

Tartu Ülikool  
Loodus- ja täppisteaduste valdkond  
Ökoloogia ja Maateaduste instituut  
Geograafia osakond

Bakalaureusetöö geoinformaatikas ja  
kartograafias (12 EAP)

**Rannajoone kartograafiline analüüs**  
**Saaremaa 17.-19. sajandi**  
**mõisaplaanide alusel**

**Mart Soo**

Juhendaja: PhD Raivo Aunap

Kaitsmisele lubatud:

Juhendaja:

Osakonna juhataja:

Tartu 2018

## **Annotatsioon**

### **Rannajoone kartograafiline analüüs Saaremaa 17.-19.sajandi mõisaplaanide alusel.**

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk on kartograafilist analüüsi kasutades uurida ja hinnata muudatusi, mis on toimunud Saaremaa rannajoones alates 17. sajandist võrreldes tänasega. Töö läbiviimisel on kasutatud Rahvusarhiivi kaartide infosüsteemis Saaga olemasolevaid digitaalseid kaardimaterjale. Nimetatud kaardid on väärtuslik allikas rannajoone arengu uurimisel ja potentsiaalseks paleogeograafilise modelleerimise võrdluseks. Töö käigus analüüsiti ka vanade ajalooliste geomeetria ja rannajoone kaardistamise usaldusväärsust. Töödeldud kaardid annavad omakorda võimaluse erinevaks statistikaks, muu hulgas näiteks statistikaks, mis on vajalik ajalooliste sündmuste tõlgendamiseks, maastiku vanuse hindamiseks või maastiku sobivuse hindamisel infrastruktuuri rajamisel tulevikus jne.

**Märksõnad:** rektifitseerimine, vektoriseerimine, rannajoon, Saaremaa, kaardid ja kaardistamine

**CERCS kood:** P510 Füüsiline geograafia, geomorfoloogia, mullateadus, kartograafia, klimatoloogia

## **Annotation**

### **Cartographic analysis of Saaremaa coastline on the basis of old manor plans from 17th to 19th century.**

The purpose of this bachelors' thesis is to study and evaluate changes that have taken place at the coastline of Saaremaa since the 17th century compared with today using cartographical analysis. The work has been carried out using digitized maps from the National Archives' information system called Saaga. These maps are a valuable source for researching on coastline development and a potential comparison of paleogeographical modeling. In this thesis the geometry of old maps and coastline mapping credibility was analyzed. The geo-processed maps provide an opportunity for making different statistics. For example, statistics necessary to interpret historical events, estimate the age of the landscape, or assess the suitability of the landscape for future infrastructure construction, etc.

**Keywords:** rectification, vectorization, coastline, Saaremaa, maps and mapping

**CERCS code:** P510 Physical geography, geomorphology, pedology, cartography, climatology

## Sisukord

<b>SISSEJUHATUS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. AJALOOLISTE KAARTIDE KASUTAMINE RANNAJOONE MUUTUSTE KUVAMISEKS .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Rannajoone muutused ja selle tuvastamine.....</b>	<b>7</b>
1.1.2. Rannaprotsessid.....	7
<b>1.2. Liivimaa kujutamine vanadel kaartidel.....</b>	<b>8</b>
1.2.1. Saaremaa kujutamine vanadel kaartidel .....	8
<b>1.3. Ajalooliste kaartide kasutusvõimalused digitaalseks analüüsiks.....</b>	<b>9</b>
1.3.1. Rasteriseerimine .....	9
1.3.2. Rasterpildi geoviitamine ( <i>geo-referencing</i> ).....	9
1.3.3. Vektoriseerimine .....	12
1.3.4. Vektorkaardi andmetabeliga sidumine, andmeanalüüs ja muutuste tuvastamine .....	13
1.3.4.1. Andmetabeliga sidumine .....	13
1.3.5. Kaartide digitaalsel töötlemisel tekkivad vead.....	14
<b>2. UURIMISALA NING KASUTATUD KAARDIMATERJAL .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1. Uurimisala.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2. Lähteandmed, kasutatud materjalid ja allikad .....</b>	<b>18</b>
2.2.1. Referentskaardid.....	22
2.2.2. Kasutatud kaardid.....	23
2.2.3. Võtmealad.....	23
<b>3. KAARDITÖÖTLUS.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 Rektifitseerimine.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2. Rannajoone vektoriseerimine.....</b>	<b>26</b>
<b>4. TULEMUSED JA ARUTELU .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 Võtmeala 1 – „Kõrkvere-Kakuna“ .....</b>	<b>27</b>
<b>4.2 Võtmeala 2 – „Kihelkonna kihelkond“ .....</b>	<b>31</b>
<b>4.3 Võtmeala 3 – „Laidevahe-Ruhve“ .....</b>	<b>35</b>
<b>4.4. Hinnang vanadele kaartidele.....</b>	<b>39</b>
<b>KOKKUVÕTE .....</b>	<b>41</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>42</b>

<b>TÄNUAVALDUSED .....</b>	<b>43</b>
<b>KASUTATUD KIRJANDUS .....</b>	<b>44</b>
<b>LISAD .....</b>	<b>46</b>

## Sissejuhatus

Ajalooliste kaartide analüüsimine ei tulene täna enam mitte vajadusest anda hinnang sellele, mis kunagi on olnud. Ajalooliste kaartide analüüsimine täna on mineviku võrdlemine olevikuga viisil, millist varem pole olnud. See omakorda tagab kaartidele avaliku juurdepääsu olemasoleva infotehnoloogia võimalusi kasutades, kõigile, kes seda soovivad. Samuti võimaldab see ennustada tulevikku mineviku põhjal.

„Eestis on vanema kaardimaterjali kasutamine koos GIS- vahenditega viimastel aastatel tunduvalt laienenud. Mitmed uurimissuunad on avastanud ajaloolise kaardimaterjali kasutamisega kaasnevad võimalused“ (Koppa, 2006).

Vanu kaarte annab iga ajastu kaartidega kõrvutada sellelt põhimõttelt, et need sisaldavad teadmisi vastava aja ruumiliste kirjelduste kohta, kuigi neil esineb suur ebakindlus. Nad on infoallikaks ajaloolise situatsiooni ja muutuste dünaamika kirjeldamiseks. Sõltuvalt ka ajastust, on kaardi ülesanne olnud sõnumi näitamine vastavalt sellele millisenä ta tehakse ning kellele see suunatud on.

Kuigi vanad kaardid pakuvad väärtuslikku teavet, tuleb neil kajastatud asjadesse suhtuda allikakriitiliselt. Näiteks on levinud müütilised illustratiivsed süžeed (merekoletised, mütoloogilised tegelased) merekaartidel, mida kartograafid eesmärgiga kaartidele kandsid selleks et lummata vaatajaid samal ajal neid harides, mis peitub mere all. Sellega nad tahtsid näidata oma jõupingutusi, et olla õige merel elanud (Waters, 2013).

Vanade kaartide analüüsimisel on üheks keskseks küsimuseks geomeetiline tõepära ning kui problemaatiline võib olla nende sidumine tänapäevase olukorraga, mida on kirjeldanud ka Kalev Koppel: „Vanadel katastrikaartidel tänapäevastele standarditele vastav matemaatiline alus puudub ning seetõttu on nende täpne sidumine tänapäevaste koordinaatsüsteemidega raskendatud.“

GIS-is on ruumiliste andmekihtide ühildamiseks oluline, et erinevad kihid omaksid ühesugust matemaatilist alust (sh projektsiooni). Eesti ala digitaalsete andmekogude ametlikuks standardiks on koordinaatsüsteem L-EST (Riigiteataja, 2018).

Käesoleva bakalaureusetöö raames võeti vaatluse alla erinevast ajajärgust pärinevad mõisakaardid eesmärgiga uurida, sest ajaloolised kaardid sisaldavad tihti teavet, nagu näiteks kohanimed, maastikutüübid, asustus jne, mille puhul ei viidata ühelegi muule kirjalikule allikale kui seda ainult kaart ise teeb. Kaartide analüüsimisel kasutati digitaalset töötlemist geoinfosüsteemis (GIS).

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on kartograafilise analüüsi abil uurida ja hinnata muudatusi, mis on toimunud Saaremaa rannajoones, alates 17. sajandist võrreldes tänasega.

Uuringu läbiviimisel on kasutatud Rahvusarhiivi kaartide infosüsteemis Saaga olemasolevaid kaardimaterjale.

Töö tugineb kahele suuremale ülesannete rühmale:

- a) Kontrollpunktide analüüs ja sidumine kaasaegse situatsiooniga (L-EST). Kuna kasutatud kaartidel puudub tänapäevases mõttes täpne geomeetriline alus, on ülesandeks leida vanimad plaanid, mis on tehtud autentse mõõdistustehnikaga.
- b) Saaremaa rannajoones toimunud muutuste tuvastamine, analüüsimine ja tulemuste tõlgendamine.

# **1. Ajalooliste kaartide kasutamine rannajoone muutuste kuvamiseks**

## **1.1. Rannajoone muutused ja selle tuvastamine**

Rannajoont on defineeritud kui piirjoont maa ja merepinna vahel. See on kõige dünaamilisem osa merepinnast, kuna selle kuju on mõjutatud hüdrograafilistest, geoloogilistest ja kliimaatilistest teguritest ning taimestikust (Guariglia et. al, 2006). Rannikuala on väga dünaamiline keskkond, mille mitmekordsed geofüüsikalised parameetrid on väärt jälgimist. Rannikualade arengu jälgimine on oluline ülesanne mitmele rakenduslikule allteadusele nagu kartograafia ning keskkonnajuhtimine. Rannajoone kaardistajatele annab tänapäeval kaugseire andmete kasutamine kulutõhusa viisi uurida muutusi suurtes geograafilistes piirkondades. Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia on meil võimaldanud paremaks rannajoone muutuste tuvastamiseks ning visualiseerimiseks kasutada lisaks kaugseire andmetele ka geoinfosüsteemi, mida on kasutatud erinevates rannikuvööndi uuringutes nagu näiteks rannikualade ökosüsteemide kaardistamises (Sesli, 2010). Tänu kaugseirel kosmosest saadud piltide kõrgele kordussagedusele on võimalik uurida neid dünaamilisi nähtusi, mis määravad rannajoone kuju (Guariglia et. al, 2006).

### **1.1.2. Rannaprotsessid**

Põhilisteks teguriteks randade ilme ja mitmesuguste pinnavormide kujunemisel on randla reljeef ja geoloogiline ehitus ning lainete tegevus. Lainetuse iseloom sõltub rannanõlva ja rannalähedase merepõhja reljeefist. Kui alal on rannanõlv järsk, jõuab lainetus energiat kaotamata rannajooneni, tekitades ulatuslikke purustusi. Lainetuse purustavat tegevust nimetatakse murrutuseks ehk *abrasiooniks*. Abrasiooni olemasolul tekivad suure kaldega abrasioonilised nõlvad, murrutuslavad ja abrasioonilised tasandikud ning randu, kus seda juhtub, nimetatakse kulutus- ehk abrasioonrandadeks. Laugel rannanõlval võib lainetus kuhjata setteid rannajoone lähedale madalasse vette või tormilainetusega rannajoonest kõrgemale, kus kujunevad akumulatiivsed rannamoodustised. Selliseid lauge reljeefi ja akumulatiivsete rannavormidega rannikulõike nimetatakse kuhje- ehk akumulatsioonirandadeks (Mander jt, 2014).

## 1.2. Liivimaa kujutamine vanadel kaartidel

Vanimaks teadaolevaks kaardiks, millel Eesti tõendatult kujutamist leiab on araabia teadlase Abu-Abd-Allah-Mohammed Idrisi (1099-1166) kaart XII sajandi keskpaigast (allikas?). See kaart valmis 15-aastase töö tulemusena 1154. aastal (E. Varep, 1960 cit. Б.А.Рыбаков, 1952).

Kaardil on, võrreldes naabermaadega, Soome ja Rootsiga, Idris Eestile suhteliselt palju tähelepanu pööranud. Idrise teated Eesti kohta on üldiselt õiged ning neid tuleb pidada oma aja kohta tähtsaks allikaks (E. Varep, 1960 cit. H. Moora, 1953).

Idrisi kaart esitab Eesti kohta 5-6 geograafilist nimetust, näiteks Eesti kannab kaardil nime Astlanda, linnade hulgast leiame ka Tallinna tolleaegse nime Koluvan. (peaks olema ka uuemaid käsitusi).

Kiriklikku ettekujutust maailmast XII-XIV sajandil esindavad itta orienteeritud ümmargused maailmakaardid, *mappae mundi*, mille keskpunktiks oli püha linn Jeruusalemm. Geograafilis koordinaate ümmarguste kaartide valmistamisel kasutada ei saanud, kasutati polaarkoordinaate, mille puhul on vaja teada suunda ja kaugust teatud (kaardi kesk) punktist. Koordinaadid selliste kaartide keskpunktide määramiseks saadi kas Ptolemaiuse „Geograafia“ tabelitest, või võeti ka valmis kaartidelt. Kahjuks ei ole säilinud ühegi *mappae mundi* tüüpi kaardi koordinaatide tabelit. Mõnikord võib neilt „rataskaartidelt“ leida ka viiteid Läänemere äärsele asustusele ja siinsetele Liivimaa linnadele (Raid, 2002).

Liivi sõja (1558-1583) aegu oli Baltimaade vallutamine väga suure tähelepanu all Rootsi, Taani, Poola ning Vene võimude poolt ja samuti tekitas sõja areng huvi kogu Euroopas.

Märkimisväärne uuendus, mis suurendas mõõtmistööde täpsust ka Eestis, oli Hollandi matemaatiku ja kartograafi Gemma Frisiuse (1508-1555) ja Taani astronoomi Tycho Brahe (1546-1601) kasutusel võetud triangulatsioonimeetod (Mander jt, 2014). See on plaanilise geodeetilise alusvõrgu punktide koordinaatide määramise meetod, mille puhul maastikule rajatud üksteisega külgnevate kolmnurkade süsteemis mõõdetakse kõik nende kolmnurkade nurgad ja süsteemi baasjoone pikkus. Kolmnurkade tippudesse ehitatakse triangulatsioonitornid, mis tagavad punktide omavahelise nähtuse. Triangulatsiooni rakendatakse lisaks teaduslikul (Maa kuju määramine, maakoore deformatsioonide määramine) kui ka praktilisel otstarbel, milleks on topograafiline mõõdistamine (EE, 2011).

### 1.2.1. Saaremaa kujutamine vanadel kaartidel

Esimest korda mainitakse Saaremaad Venezias töötanud genovalase Pietro Vesconte portolaanidel põhineval maakaardil aastaist 1306-1321. See kuulub keskaja



maailmakaartide *mappae mundi* hulka ning selle on *Ossilia* saar Saaremaa ning lisaks ka *Estonia* ja *Liunia*. (Raid, 2002). H. Mardiste kartograafia bibliograafia

Järgmine kord kui Saaremaad kaardil mainitakse, on saksa teoloogi, kartograafi ja trükkali Nicolaus Germanuse poolt 1482 ja 1486.aastail. Germanus täiendas C.Clavuse Põhjamaade kaarti ning see on esimene trükis ilmunud kaart, kuhu on kantud kaks korda *Liunia* siis *Uirona* (Virumaa), *Gottia* (Gotland) ja *Oxilia* saar (Saaremaa).

1493.aastal Hartmann Schedeli üllitatud ladinakeelses maailmakroonikas „*Liber chronicarum*“, oleva Saksamaa kaardi koostas arst Hieronymus Münzer ning sellel on nimeliselt näidatud *Liunia*, *Riga* ning Gotlandi ja Liivimaa vahele paigutatud väike nimetu saar, mis arvatakse olevat Saaremaa.

### **1.3. Ajalooliste kaartide kasutusvõimalused digitaalseks analüüsiks**

#### **1.3.1. Rasteriseerimine**

Tardkaartide rasteriseerimine ja saadud aluskaardi koordinaatsüsteemiga sidumine ning vektoriseerimine on tänapäeva digitaalkartograafias standardprotseduurid. Paremini või halvemini lahendatud kujul kuuluvad need kõik GIS/CAD tarkvarade koosseisu (Koppa, 2006). Kui ajalooline kaart ehk tardkaart on olemas mittedigiteeritud kujul tuleb see kõigepealt digiteerida.

Kaardimaterjali viimiseks tardkujult rasterkujule on peamisteks võimalusteks:

- skaneerimine;
- digitaalkaameraga fotografeerimine;
- analoogkaameraga fotografeerimine ja saadud negatiivide või positiivide skaneerimine.

Kaartide rasteriseerimine ja eeltötluse kvaliteet on hilisema töökäigu seisukohast väga oluline, sest sellest sõltub kaartide loetavus ning koordinaatidega sidumise kvaliteet (Koppa, 2006).

#### **1.3.2. Rasterpildi geoviitamine (*geo-referencing*)**

Skaneeritud kaardid ja ajaloolised andmed ei sisalda tavaliselt ruumiandmeid. Sellistel juhul tuleb kasutada täpset asukohateavet, et viia rasterandmed kaardi koordinaatide süsteemi, teisisõnu koordinaatidega siduda.

„Rasterpilti on võimalik vastavat tarkvara kasutades siduda koordinaatidega mitmel erineval viisil:

- situatsiooni järgi;

- kaardivõrgu ja kaardiraami järgi;
- vahetu koordinaatide omistamisega rastefaili lähtepunktile.

Rasterkaardi sidumisel mingi etteantud koordinaatide süsteemiga omistatakse kaardile koordinaatide väärtused selles süsteemis (Koppa, 2006).

#### **1.3.2.1. Koolutamine**

Kaartide, mille kaardialus on teadmata või vigane, on lahendusena võimalik kasutada projektsiooniteisenduste erivormi ehk koolutamist.

Koolutamine tähendab lähtefaili transformeerimist, st. algse kaardipildi moonutamist. Resultaadiks on uues projektsioonis digikaart. Kuigi teoreetiliselt saab digitaalkujutist transformeerida väga suures ulatuses, tuleb meile praktikas vastu tuntavuse piir – ülemäära moonutatud kaardipilt on kasutajale loetamatu, topoloogilised seosed objektide vahel katkevad (eriti on see märgatav rastritel) (Tee, 2006).

Koolutamise edukaks läbiviimiseks on vaja leida piisavalt tunnetuspunkte.

Tunnetuspunktid on kaardisituatsioonide võrdlemise kaudu identifitseeritud sidumispunktid, ära tuntud ja samastena identifitseeritud. Need otsitakse üles ja fikseeritakse paralleelselt nii lähtefailis kui sihtfailis (Tee, 2006).

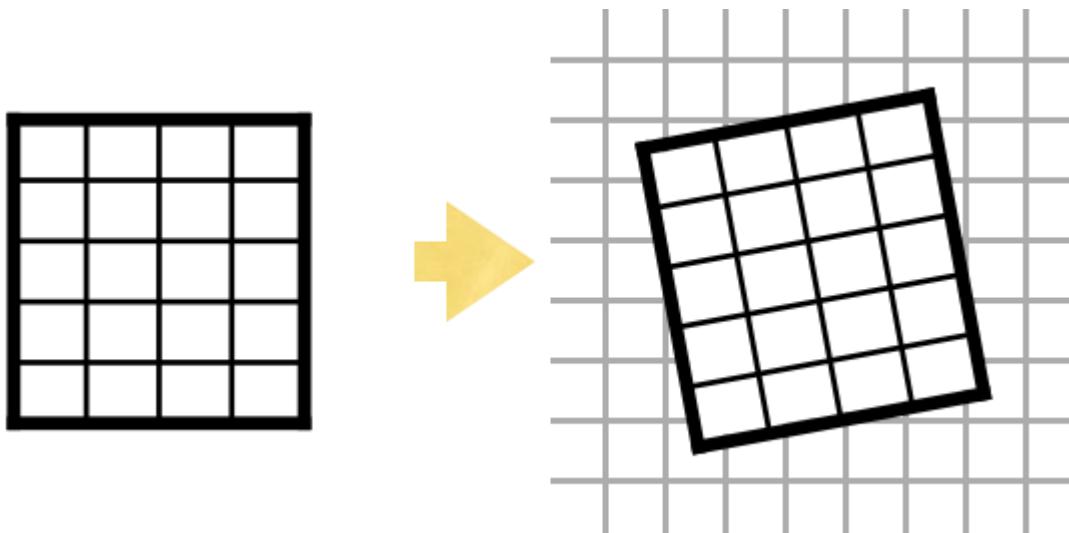
Lääne-Eestis ja saartel on väga heaks sidumisaluseks kiviaiad – võimalus, mida Kagu-Eesti puhul kasutada ei saa (Koppel, 2005).

„Kahes erinevas koordinaatsüsteemis asuvad punktid salvestatakse ja programmi poolt arvutatud lähendusfunktsiooni alusel sooritatakse geomeetiline transformatsioon.

#### **1.3.2.2. Teisendamine**

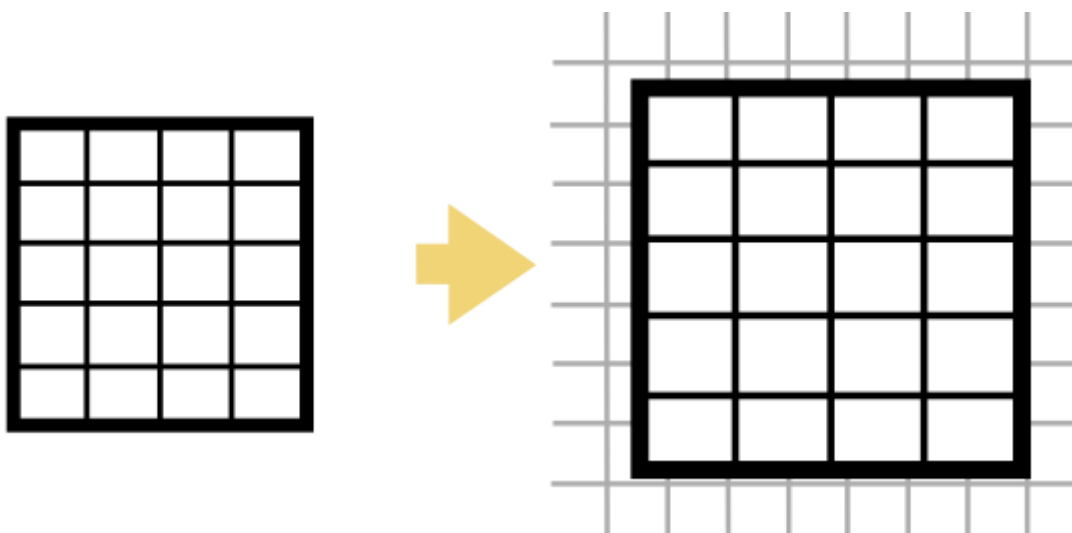
Teisenduse matemaatiliste funktsioonide järgi eristatakse koolutamisel kangusastme järjekorras konformset, afiinset, projektiivset ja n-järku polünoomset teisendust“. (Koppel, 2005, cit. Tee, 2006)

Konformse teisenduse korral kujutist nihutatakse, skaleeritakse, nurgad lõikuvate joonte vahel jäävad samaks ning paralleelid säilitatakse (vt. Joonis 2).



**Joonis 2.** Konformne teisendus.

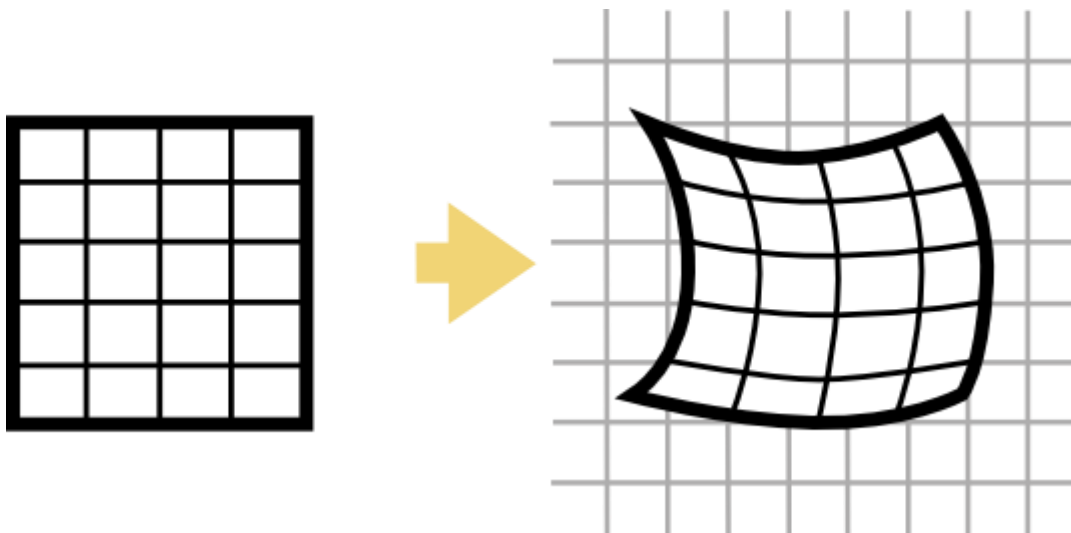
Projektiivse teisenduse korral sirgjooned säilitatakse ja paralleelsed sirgjooned teisenduvad lõikuvateks (vt. Joonis 3).



**Joonis  
3.**

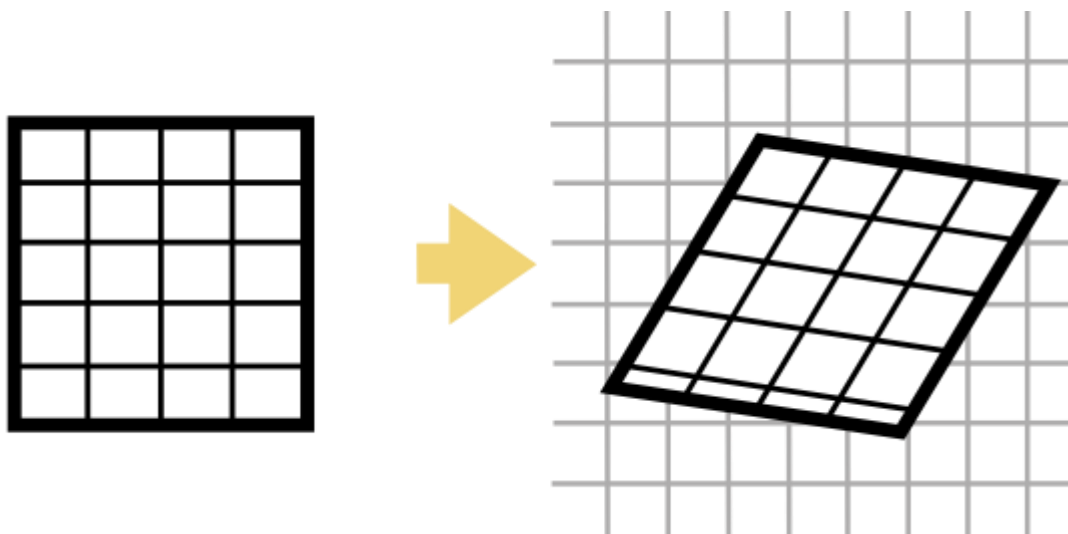
Projektiivne teisendus

Afiinse teisenduse korral säilitatakse nurgad lõikuvate joonte vahel – paralleelsed sirged teisenevad mittelõikuvateks (vt. Joonis 4).



**Joonis 4.** Afiinne teisendus

N-järku polünoomse teisenduse korral kujutist nihutatakse, pööratakse ja muudetakse mõõtkava (vt. Joonis 5) (Klokan Technologies GmbH, 2018).



**Joonis 5.** N-järku polünoomne teisendus

### 1.3.3. Vektoriseerimine

Vektoriseerimisel kasutatakse peamiselt kahte meetodit: automatiseeritud või interaktiivset vektoriseerimist. Täisautomaatselt saab kaarti vektoriseerida vaid lihtsamatel juhtudel (raster on väga selge, jooned on konkreetsed ja selgestieristuvad). Vanemaid kaardimaterjale ei ole

võimalik automaatselt vektoriseerida, sest kujutise kvaliteet võib-olla ebaühtlane – kaardid võivad olla kulunud ja määrdunud, objektide kujutamisel puudub järjepidevus jne.

Enamasti on mõttekam joonistada vektorinfo maha rasterkihilt, jälgides situatsiooni visuaalselt arvutiekraanilt. Nii-öelda „käsitsi“ saavutatud tulemus on üldjuhul täpsem ja hilisem andmekorrasusteks kuluv aeg lühem (Koppa, 2006).

Kaartide jadana vektoriseerimisel on mitmeid võimalusi:

1. ***Vektoriseerida iga kaart eraldiseisva üksusena.*** Selline meetod muudab keeruliseks hilisema andmeanalüüsi teostamise. Kui tegemist on mõõtkavalt, kaardistuseesmärgilt, detailsuse astmelt ning geomeetrilise täpsuse poolest erinevate kaartidega, siis ei ole võimalik nende üks-ühene kattumine ning tekib palju nõ pseudomuutusi, mida on edaspidi keerukas kindlaks teha ning eemaldada. Sellise vektoriseerimise puhul ei ole põhimõtteliselt vahet, kas alustada kaartide vektoriseermist vanemast uuema poole või vastupidi. Iga kaardi eraldiseisva üksusena vektoriseerimine sobib juhul, kui eesmärgiks on vaadelda konkreetse kaardi situatsiooni ilma seda teiste kaardimaterjalidega võrdlemata.
2. ***Vektoriseerida iga kaart tulenevalt eelmisest kaardist.*** Sellisel juhul võetakse etalonkaardiks selline, kus asukoha- ja atribuuditäpsus on teadaolev. Vektoriseerimist alustatakse kõige uuemast kaardist, nõ etalonkaardiks ning liigutakse järjekorras kuni vanima kaardini. Üle võetakse need objektid, mis on jäänud muutumatuks ning joonistatakse juurde muutused, mis kahe kaardipildi vahele jäävad. Sellisel viisil vektoriseerimise kasuks räägib see, et välistatakse võltsmuutused.
3. ***Vektoriseerida kaart tulenevalt etalonist.*** Etalonkaardiks võetakse mingi teadaolev asukoha- ja atribuuditäpsusega kaart ning meetod on sama nagu eelmises punktis toodu, ainult selle vahega, et etalonkaardilt vektoriseeritud skeem kantakse järjest üle kõikidele aegrea kaartidele ning erinevused vektoriseeritakse. Selle meetodi miinuseks võib lugeda suurt töömahtu, seda sellepärast, et muutusi tuleb võib-olla mitmeid kordi üle vektoriseerida. (Koppa, 2006)

### **1.3.4. Vektorkaardi andmetabeliga sidumine, andmeanalüüs ja muutuste tuvastamine**

#### **1.3.4.1. Andmetabeliga sidumine**

Vektorkaardi sidumine andmebaasiga leiab aset automaatselt kas mingisuguse etteantud algoritmi või parameetrite alusel ehk siis operaatori poolt interaktiivselt („käsitsi“). Vastavad võimalused ja vahendid on erinevates programmides erinevad (Koppa, 2006).

Objektidele atribuutide omistamisel lähtutakse sellest, milline vektoriseerimismeetod valiti ning enim kasutatakse võimalust tekitada iga vektoriseeritud kaardikihi kohta eraldi atribuutandmete tabel. Samas on ka võimalus koguda kõik atribuutandmed ühte tabelisse (Koppa, 2006).

#### **1.3.4.2. Andmeanalüüs**

Kõige lihtsam kaardi andmeanalüüs toimub visuaalselt ning leiab aset vaataja meeltes. Samas ei võimalda selline meetod põhjalikku analüüsi ning selleks tuleb kasutada tehnoloogilisi vahendeid.

GISi (geograafiline infosüsteem) kasutamine kaartide analüüsimisel annab laialdased võimalused ning loob ka nõ uued kaardimaterjalid.

GIS-andmeid kasutades on võimalik:

- Teha ruumpäringuid kattuvuste leidmiseks. Siin tuleb arvestada moonutustega, eriti vanema kaardimaterjali puhul. Moonutuste vältimiseks tuleb genereerida puhvrid, mille annab vahemiku mille võrra võib ühe objekti asukoht teise suhtes kõikuda;
- Naabrussuhted, lähedus
- Teha päringuid atribuutidest lähtuvalt. Sellist päringut saab teha kui iga kaardi vektoriseerimine on toimunud tulenevalt eelmisest kaardist.
- Dünaamika

#### **1.3.5. Kaartide digitaalsel töötlemisel tekkivad vead.**

Topograafia (mõõtmisvigade teooria):

- Juhuslikud vead
- Süstemaatilised vead
- Jämedad vead

5 tingimuste tühma

- Objekt (mida mõõdetakse)
- Subjekt (teostaja)
- Väliskeskkond
- Metoodika
- Instrumendid

Läbi kirjutada. Kaartide digitaalsel töötlemise võivad tekkida järgnevad vead:

1. Geomeetrilised , mis omakorda jagunevad:
  - 1.1. mõõtkavast tulenevad;
  - 1.2. kaardistamise vigadest tulenevad;
  - 1.3. alusmaterjalide deformatsioonidest tulenevad.
2. Sisulised, mis omakorda jagunevad:
  - 2.1. erinevatest aegadest pärinevatel kaartidel olev info ning selle võrreldavus tänapäevaga;
  - 2.2. sobiva, ühtse klassifitseerimissüsteemi leidmine.
3. Tehnoloogilised, mis omakorda jagunevad:
  - 3.1. rasterpildi geomeetrilised vead
  - 3.2. vektoriseerimisvead;
  - 3.3. topoloogilised vead;
  - 3.4. süstemaatilised vead;
  - 3.5. kaardiinfo identifitseerimise ja tõlgendamise vead.
4. Ajakohasus – kaardil ära toodud nähtuste dateering ei vasta kaardi dateeringule ning vahe nende vahel võib ulatuda kümnetesse aastatesse. (Tõenäoliselt T. Jagomägi, 1999. ISO 19157:2013).

GIS-andmekogumi kvaliteeti võib mõjutada palju faktorid. Mõned on üsna ilmsed, kuid teiste tuvastamisega võib olla raskusi. Sellepärast tuleb kaartide töötlemisel olla neist teadlik, sest ainult vähesed vead tuvastab GIS ise (K. E. Foote, D. J. Huebner, 1995 cit. Burrough, 1986).

GISis kasutatavate andmete väärtus sõltub nende kvaliteedist. GIS andmebaasi kvaliteet on järgmiste parameetrite summa:

- asukohatäpsus (Ingl.k. positional accuracy) - näitab, kui täpselt on objektide asukoht GISis salvestatud;
- loogiline õigsus (Ingl.k. logical consistency) - kirjeldab andmestruktuuri vastavalt tegelikkusele;
- täielikkus (Ingl.k. completeness) - kirjeldab andmete vastavust püstitatud valikukriteeriumitele
- temaatiline õigsus (...thematic accuracy) klassifitseerimise õigsus jmt, siin all atribuuditäpsus
- ajaline õigsus (... temporal quality)

Siia võiks veel lisada asjakohasuse (*.relevancy*) ehk ülearuse puudumise ning töötamise kvaliteedi (*processing quality*) ehk vigadega arvestamine, mis võivad tekkida andmete transformeerimisel

ühel koordinaatsüsteemist teise või rasterkujult vektorkujule. (T.Jagomägi, 1997 cit. Stanek and Frank, 1993).

## **2. UURIMISALA NING KASUTATUD KAARDIMATERJAL**

### **2.1. Uurimisala**

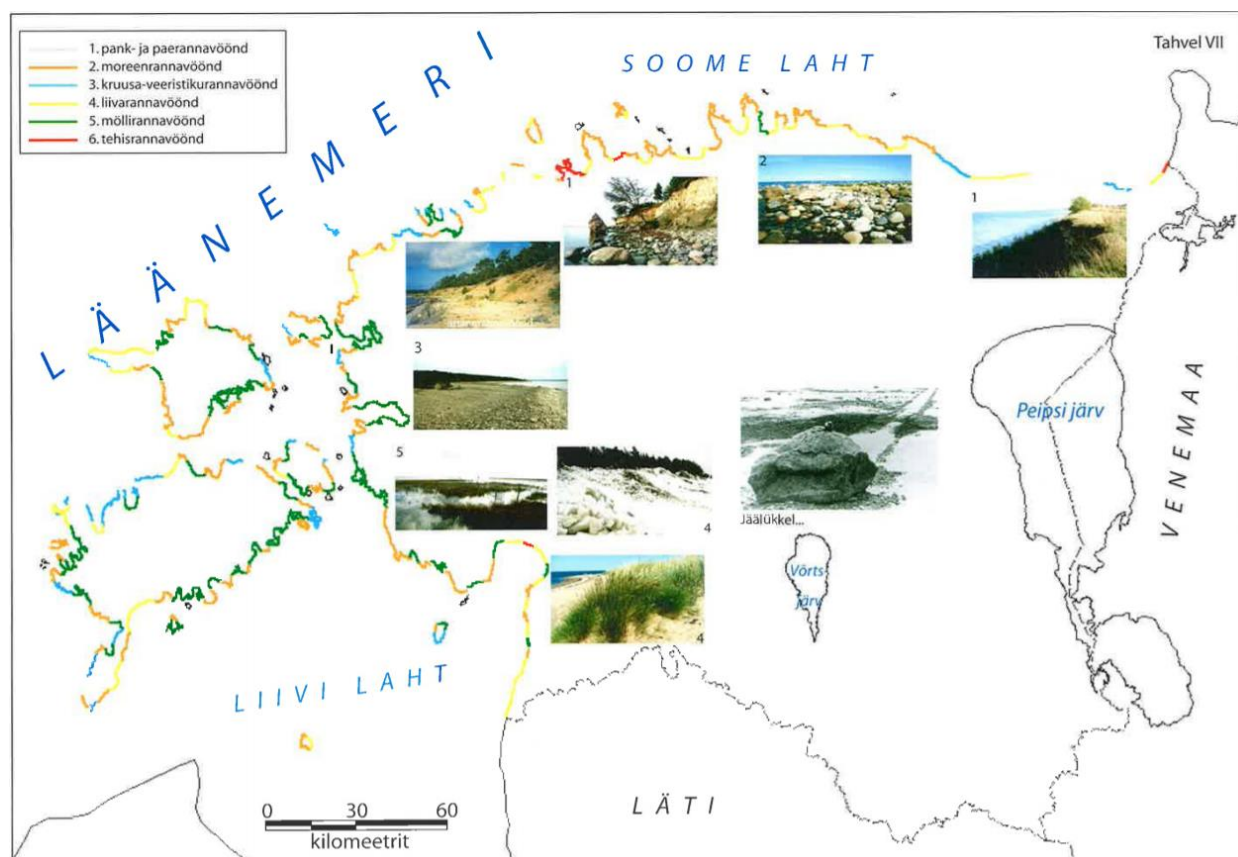
Eesti rannajoone kogupikkus ulatub 3800 km-ni (ilma saarteta ligikaudu 2794 km (Kont et al. 2003, cit. Kuningas 2010)), millest 854 km moodustab Saaremaa rannajoon. Nii nagu Mandri-Eestilgi, on liigestatud rannajoon iseloomulik ka Saaremaale. Saaremaa rannajoont liigestab edelas kaugele merre sirutuv Läänemerd ja Liivi lahte eraldav Sõrve poolsaar, põhjarannikul on suurimad Tagamõisa (Tagala), Ninase ja Pammana poolsaar ning Taga-, Küdema, Leisi ja Triigi laht, lõunarannikul Roomassaare, Muratsi, Vätta, Siiksaare, Ruhve, Kahtla, Müraja ja Kiibassaare poolsaar ning Suur katel, Kuressaare, Sepamaa, Kasti, Sutu, Oe(s)saare (Laidevahe), Kõiguste,



Viltina, Saastna, Unguma ja Müraja (Arju) laht. Läänerannikul on tuntuimad Atla, Eeriksaare, Kuusnõmme, Papissaare ja Harilaiu poolsaar ning Kaugatuma (sh Lõu (Lõo) ja Ariste), Atla, Kuusnõmme, Kihelkonna ja Uudepanga laht (EE, 2011). Eriti lauskrannikul ei ole rannajoon aegade jooksul püsiv olnud.

Loode-Eestis, kus on täheldatav maatõus, toimub rannalähedaste saarte poolsaarestumine ja lahesoppide maastumine (EE, 2011). Saaremaa rannikuvetes lisaks suurematele saartele nagu Muhu (198,5 km<sup>2</sup>), Abruha (8,8), Vilsandi (8,75), Kõinastu (2,6), Võilaid (2,5), Suur-Tulpe (2,3) jpt, on kujunenud ka alla 0,1 ha suurusega pisisaari, mida on kokku 103. Viimased on enamasti alles eelmisel aastatuhandel kerkinud moreen- ja paekõrgendikud, millest tihti tormilained veel üle rulluvad. Neid tuntakse laidude, rahude, karede ja nasvadena (Arold, 2005). Selliste pisemate saarte ning laidude esiletulek jätkub veel tegelikult edasi. Nende kujunemist ei põhjusta ainult piirkonna üldine tektooniline tõus, vaid ka merepõhja reljeefist tingitud setete kuhjumine, mis kiirendab saarte „kasvamist“. Maakoore pideva tõusu tagajärjel vabaneb Saaremaa rannikualadel merest üha enam uut maad. Maakoore nüüdisliikumiste uurimine on näidanud, et maapind tõuseb Eesti loodeosas ja saartel 20-30 cm saja aasta jooksul. Saarte arv on pidevas muutumises, kuna merest tuleb juurde üha enam maismaalapikesi (saari, laide), mis aja jooksul kujunevad mandriga liitudes poolsaarteks (Torim, 2004).

Saaremaa rannikut iseloomustavad mitmed kulutus- ning kuhjerannavööndi tüübid (vt Joonis 6). Kulutusrannavormidest liigestavad ja kujundavad Saaremaa rannikut peamiselt moreenrannad ning vähesel määral ka pank- ja paerannavööndid (Arold, 2005). Suur osa Saaremaa rannikust on rändkividerohke moreenrand, mille setteks on enamasti kamardunud moreen ning suuremal või vähemal hulgal rändkivid. Pankrand on seotud paejärsakutega, mille jalamil on vähene klibu või paemurend ja see kulgeb piki Saaremaa põhjarannikut (Tagamõisa, Küdema, Panga poolsaarte tippudes) ning Sõrve poolsaare läänerannikul (Estonica, 2009). Paerand esineb Vilsandi saare läänerannikul. Saaremaa peamiseks kuhjerannatüüpideks on mölli- ja liivarannad ning samuti veeristikrannad. Möllirannavööndid, mis on moreenrandade kõrval teine enim Saaremaa rannavööndi tüüp, on kujunenud madalates ja tormituulte eest varjatud kohtades. Neid iseloomustab (kohati massiline) roostiku vohamine rannal (Tomson jt. 2018). Pankade naabruses esineb kruusa-veeristikurandu, kus leiab aset aktiivne setete liikumine, rannavallide teke ning maasäärte kasv. Tüüpilist liivarannavööndit näeb Saaremaal Kuressaarest läänes asuva Järve ranna näitel, Sõrve poolsaare idarannikul ning Harilaiu lääne- ja looderannikul (Estonica, 2009).



**Joonis 6.** Ekraanitõmmis mere rannavööndidest. Skeem koostatud K. Orviku materjalide alusel. Allikas: Arold, 2005.

## 2.2. Lähteandmed, kasutatud materjalid ja allikad

Rannajoone muutus on jälgitav ka vanade kartograafiliste materjalide põhjal. Eriti ilmekalt avaldub see Lääne-Eesti, Saaremaa ja Hiiumaa praeguse rannajoone võrdlemisel 2-3 sajandit tagasi koostatud vanadel kaartidel ja plaanidel (Torim, 2004). Antud bakalaureusetöö praktilise osa jaoks on rektifitseerimiseks kasutatud rasterkujul kaardid Saaremaast, mis olid peamiselt suuremõõtkavalisemad mõisaplaanid ja väiksemõõtkavalisemad ühe või enama Saaremaa kihelkonna maakasutusplaanid. Kõik rasterkujul kaardid on võetud digiteeritud arhiiviallikaid sisaldavast veebikeskkonnast, Saaga. Saagas on võimalik tutvuda Rahvusarhiivi üksustes ja Tallinna Linnaarhiivis säilitatavate arhivaalide digitaalsete koopiatega. Digiteeritud arhiiviandmete materjalide valikul olid 2 peamist kriteeriumit:

- Ajastu
- Asukoht

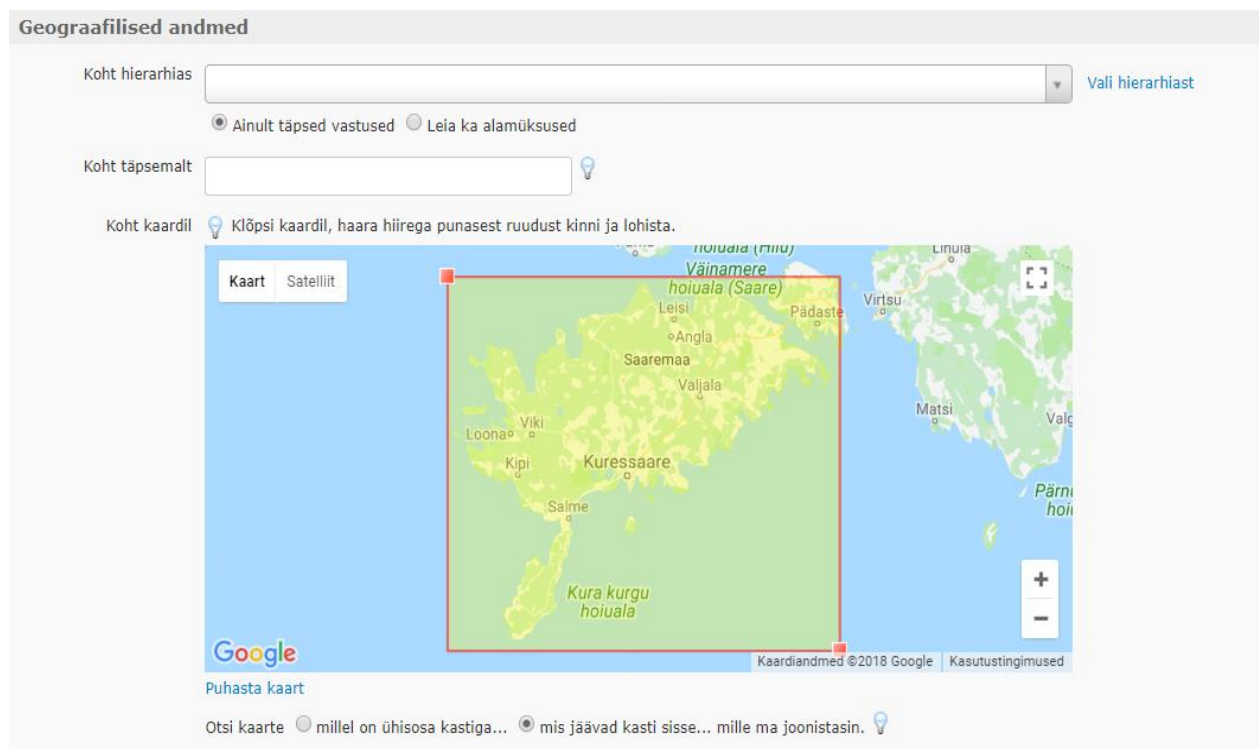
Ajastu vahemiku otspunktideks olid võimalikult vanad kaardid ja plaanid Saaremaast 1830. aastani, mil Tartu Ülikooli astronoom-observaatori Wilhelm Struve ning Venemaa sõjatopograafide korpuse kindrali, Theodor Frierdrich Schubert, poolt algatatud Eesti- ja Liivimaa esimeste ulatuslikumate triangulatsioonivõrkude rajamise projekti raames teostati aastatel 1830-1838 Schuberti triangulatsioon. Schuberti triangulatsioon ehk teisisõnu eesmärgist tulenevalt

Läänemere triangulatsioonivõrk, ulatus piki Soome lahe rannikut Narvast Sõrve sääreni (Potter, Treikelder 2011). See tähendab, et enne 1830. aastat puudus Saaremaa piirkonnast kaartide ja plaanide valmistamisel kindel geodeetiline alus. (Joonis xx). TRIANGULATSIOON?

Asukoha valiku puhul oli toimingute tegemine keerukam. Kui süsteemile anda käsk selekteerida ainult Saaremaa, tuli selleks „Geograafilised andmed“ allteegis „Koht hierarhias“ kirjutada märksõnaks „Saare“ ja leida avanevast nimekirjast selline valik nagu „Eesti (kuni 1917) / Liivimaa kubermang / Saare maakond“. Olulise etapina pidi veel märgistama täpikesena selle teegi all valik „Leia ka alamüksused“, mis tähendab, et ta ei kuva tulemusteks kaarte või plaane ainult Saaremaast kui tervikust vaid samuti „pusletükke“ Saaremaa territooriumil asunud mõisatest, küladest, talumaadest jne (vt Joonis 8). Otsing andis tulemuseks 943 kujutist.

Saaremaa kohta leidub Saagas veel 48 digiteerimata plaani, mis oleksid käesoleva töö seisukohalt võinud olla potentsiaalselt olulised. Ka muud arhiivid?

Teise asukoha valiku rakendusena sai kasutada allteegis „Koht kaardil“ asuvat kaarti, et markeerida visuaalselt riskilikuna seda territooriumit, millest soovitakse leida ajaloolisi trükiseid (vt Joonis 7). Kui joonestada raam ümber soovitud piirkonna, saab otsingu tulemuste lehel arhiiviallikaid filtreerida ka „Sobib“ käsklusega, mis annab suhtelise protsendi, kui suure osa moodustab see kujutis protsentuaalselt kogu joonestatud raami osast. Ehk Saaremaa puhul oli väikseim tulemus 1% ja see tähistas enamjaolt ühe küla või ühe mõisa plaani. „Koht kaardil“ valikuvõimalus aga ei pruugi olla niivõrd usaldusväärne, sest esiteks Saaremaa ümber raami joonestamisega läheb raami piirjoontesse sisse ka suurem osa Muhumaast kuna puudub sõltuvalt olukorrast ja eesmärgist teiste geomeetriliste kujundite kasutamise valikuvõimalus (et selekteerida näiteks ainult Saaremaa või ainult Muhumaa).



**Joonis 7.** Ekraanitõmmis Rahvusarhiivi digiteeritud allikate portaali, Saaga, otsingumootorist.

Lisaks selgus asjaolu, et iga raamjoone joonistamise korral üle Saaremaa ei andnud keskkond alati sama arv kättesaadavaid arhiiviallikaid. Töö autor teostas selleks katse ja joonestas raami 20 korral üle Saaremaa (10 korral kõikide kirjeldatud kaartide ning 10 korral ainult digiteeritud kaartide valikuga, sest süsteem ei luba mõlemat valikut korraga kasutada), kasutades raami külgede kaugusteks Saaremaa territooriumi äärepoolseimaid asukohti: raami ülemiseks servaks Pammana poolsaare tipp, raami parempoolseks servaks Kübassaare poolsaare idanukk, raami alumiseks servaks Sõrve säär ning raami vasakpoolseks servaks Nootamaa läänetipp. Töö autor proovis vastata ka küsimusele, kui palju digiteerimata allikaid esineb SAAGA-s, kui kasutada selles veebikeskkonnas kaardilehte asukoha valiku puhul. Materjali hulgadeks olid „Kõik kirjeldatud kaardid“ valiku puhul 884, 869, 868, 876, 876, 877, 868, 876, 884, 876 ning „Digiteeritud kaardid ainult“ hulkadeks olid järgnevalt 831, 823, 823, 831, 823, 831, 839, 831, 823, 831. Kuna autorit huvitas, kui suur on suhteline hulk digiteerimata andmeid, mis oleks selle töö seisukohalt vajalikud, siis selliste varieeruvate tulemuste puhul leidis autor mõlema variatsioonirea puhul mediaani, moodi ja aritmeetilise keskmise. Mood, mediaan ja aritmeetiline keskmine (ümardatult) olid variatsioonirea „Kõik kirjeldatud kaardid“ valiku puhul 876 (876,4 aritmeetiline) ning variatsioonirea „Digiteeritud kaardid ainult“ vastavaks suhteliseks tulemuseks sai autor

mediaaniks ja moodiks 831 ja aritmeetilise keskmise tulemuseks 829 (828,6). Seega võib öelda, et digiteerimata allikaid Saaremaast on sellise selekteeringu puhul suurusjärgus 47-48 tükki. Kokkuvõtvalt, valis autor töö praktilise osa andmete täpsemaks töötlemiseks hierarhia järgi, sest veebilehe ekslikul või sunniviisitud sulgemisel oli kindel tõenäosus saada samasugune hulk kõiki kirjeldatud kaarte Saare maakonna kohta, kui „käsitsi“ markeeringul, mis võis suurema tõenäosusega anda erineva hulga kaardimaterjali.

The screenshot shows the 'Kaardid' (Maps) website interface. At the top, there is a header with the logo, the word 'Kaardid', and a language selector set to 'In English'. Below the header is a blue bar with the text 'Avalaht: Täpsem otsing'. The main section is titled 'Täpsem otsing' (More search). It contains several search and filter options:

- Geograafilised andmed** (Geographical data):
  - Koht hierarhias** (Location in hierarchy): A dropdown menu showing 'Eesti (kuni 1917) / Lääne- ja Lõuna-Eesti / Saare maakond'. A 'Vali hierarhiast' (Choose from hierarchy) link is next to it.
  - Koht täpsemalt** (Location more precisely): A text input field.
  - Koht kaardil** (Location on map): A text input field with a location pin icon.
  - A map of Estonia is displayed, showing major cities like Tallinn, Tartu, and Pärnu. The map is labeled 'Eesti'.
- Identifitseerivad andmed** (Identifying data):
  - Pealkiri** (Title): A text input field.
  - Leidandome** (Finding): A dropdown menu with 'Pildiformaat' (Image format) and 'Lühiformaat' (Short format) options.
  - Tähis** (Sign): A dropdown menu.
  - Fond** (Fund): A text input field.
  - Nimistu** (Surname): A text input field.
  - Säilik** (Collection): A text input field.
  - Leht** (Page): A text input field.
  - Alternatiivne ID** (Alternative ID): A text input field.
- Kartograafilised, füüsilised ja matemaatilised andmed** (Cartographic, physical and mathematical data):
  - Koostaja** (Author): A text input field.
  - Perekonnanimi** (Surname): A text input field.
  - Eesnimi** (First name): A text input field.
  - Teema** (Topic): A dropdown menu.
  - Formaat** (Format): A dropdown menu.
  - Käsitöö/Trükitud** (Handmade/Printed): A dropdown menu.
  - Koostamisaeg** (Creation date): A dropdown menu with 'alates' (from) and 'kuni' (until) options. The 'kuni' option is selected, and the year '1830' is entered.
  - Suhtmõõtkava** (Scale): A dropdown menu with 'alates' (from) and 'kuni' (until) options.

At the bottom of the search section, there are two buttons: 'Otsi' (Search) and 'Puhasta' (Reset).

Joonis 8. Ekraanitõmmis kaardiallikate valikukriteeriumitest.

### 2.2.1. Referentskaardid

Käesolevas töös kasutati Maa-ameti geoportaalil avaliku WMS (Web Map Service) teenuse aadresside nimekirjas kättesaadavat ajalooliste kaartide nimekirjas, kus autor kasutas GIS-tarkvaras kaardikihte „Üheverstane kaart (1894-1822)“ ning „Schmidt Eestimaa / Rücker Liivimaa aluskaardid (XIX saj. / 1884)“ täiendavate abimaterjalidena 17. saj II pool – 19. saj I poolel ilmunud mõisakaartidel kujutatud situatsioonide selgitamiseks. Tegelikult pole ei Schmidti Eestimaa kubermangu kaart ega ka Rückeri Liivimaa aluskaart kujutanud Saaremaad (Maps4U, 2010). Situatsiooni tuvastamiseks kujunenud allikaks on hoopis Rückeri ning Schmidti kaartidele ühe tükina külge lisatud 1:100 000 mõõtkavaga Saksa sõjaväekaart, mille metainfo on peatükis 2.2.1.2. välja toodud. Töö käigus on kasutatud vanu plaane kujutavate rastritega sidumiseks etalonkaardina 2015. aasta reljeefvarjutusega Eesti põhikaarti.

#### 2.2.1.1. Eesti põhikaart

Eesti põhikaart on Maa-ameti poolt koostatav Eestit kattev topograafiline vektorkaart, mida toodetakse Eesti topograafilise andmekogu (ETAK) andmetest. Kaardile on kantud andmed kommunikatsioonide (teed, elektriliinid), asustuse, hüdrograafia, pinnamoe, toponüümide ja maakasutuse kohta (Maa-ameti geoportaal, 2018). Põhikaart valmis digiversioonis DGN-formaadis on mõõtkavas 1:10 000, paberversioonis 1:20 000. Kaart on Lamberti konformses koonilises projektsioonis, ristkoordinaatsüsteemiks on L-EST97 (Rõbkina, 2015).

Eesti põhikaardi digitaalversioon luuakse igal aastal terve Eestimaa ulatuses uuesti, võttes aluseks jaanuarikuus tehtava väljavõtte Eesti topograafia andmekogust. Nõnda kajastuvad kaardil aasta jooksul andmekogus toimunud muudatused.

Kaardil on mitu väljundit: vektorkaart, värviline rasterkaart (reljeefvarjutusega või ilma) ja mustvalge rasterkaart. Vektorkaart on levituses ESRI geoandmebaasi-, ESRI Shape-, Mapinfo TAB- ning Bentley DGN v8 formaadis. Rasterkaardid on GeoTIFF formaadis. Digitaalse põhikaardiga saab iga huviline tutvuda ning allikale viidates tasuta kasutada Maa-ameti geoportaalil või avaliku WMS teenuse ja sobiva tarkvara olemasolul oma arvutis (Maa-amet, 2018).

#### 2.2.1.2. Saksa M sõjaväekaart

**M 1:100 000 Saksa sõjaväekaart** – Tundmatu koostaja poolt tehtud kaart, mille informatsioon on võetud verstaalt kaardilt. Digiteeritud arhiivallikas Saaga veebikeskkonnas.

### ***Metaandmed:***

Pealkiri: Ösel, Moon. Karte des westlichen Russlands. Kriegsausgabe.

Leidandmed: EAA.2072.5.838 leht 1

Koostamisaeg: 1918

Suhtmõõtkava: 100 000

### **2.2.1.3. Üheverstane kaart**

**M 1:42 000 – Üheverstane topograafiline kaart (välja antud 1894-1922)** – 1-verstases mõõtkavas ehk 1:42 000 (edaspidi tulid kahe- ja kolmeverstased kaardid vastavalt 1:84 000 ning 1:126 000). Üheverstane topograafiline kaart oli Venemaa kartograafia ajaloos esimene kaart, mis oli geodeetiliselt põhistatud (st kasutati triangulatsiooni) (Vikipeedia, 2018). Verstane kaart oli võrdlemisi halvasti loetav, kuna enamiku lehtede puhul ei koostatud generaliseeritud trükioriginaali, vaid trükiti kaks korda vähendatuna otse mõõdistusplanšettide järgi. Vaatamata sellele oli üheverstane kasutusel Vabadussõjas, pärast sõda ka Eesti kaitseväes ja vabariigi algaastatel maamöödutöödel tehnilise aluskaardina (Potter, Treikelder 2011).

### **2.2.2. Kasutatud kaardid**

Tehnoloogiliste võtete proovimiseks ning Saaremaal toimunud rannajoone muutuste tuvastamiseks kasutas autor 34 erinevast ajajärgust pärinevat kaarti, mis jäid 17. sajandi II poole ning 19. sajandi I poole vahele. Materjalide valikul lisaks eelpool nimetatud ajastule ning ruumilisele representatiivsusele (kaardimaterjal võiks käsitletaval ajahetkel kuvada rannajoont võimalikult palju) muid kriteeriume ei sisaldanud. Peamine eesmärk oli leida, kui palju on üldse vanu kaarte, millel on kujutatud lõike kunagisest Saaremaa rannajoonest.

#### **2.2.2.1. Kaartide lokaliseerimine**

Andmete otsimise käigus selekteeris autor kõikidest 943-st Saaremaad kujutatud vanadest kaartidest välja 144 digiteeritud kujutist, mis osadel juhtudel olid kahjustada saanud või deformeerunud ning kohati loetamatud, kuid antud uurimuse raames tuvastas autor kõige tähtsama topograafilise info – rannajoone – olemasolu arusaadava lõiguna.

### **2.2.3. Võtmealad**

Välja selekteeritud rannajoont kujutavad vanad kaardid kujutasid tükkidena Saaremaa rannikut peamiselt kõikidest ilmakaartest ja esile tuli 3 suuremat piirkonda, mida töö autor hakkab edaspidi

nimetama „võtmepiirkondadeks“. Neid piirkondi seob paleogeograafiliselt asjaolu, et need kujutavad laugemaid rannalõike, mis on rohkem mõjutatud lisaks tektoonilisele kerkele ka tuulte ning hoovuste kulutus-kuhje teguritest:

- „Kõrkvere“ – Saaremaa idaosas Põide kihelkonnas Väikse väinaga põhjast ja kirdest ning Arju, Kõllu, Udriku ja Undu lahtedega lõunast liigestatud piirkond. Sinna kuuluvad sellised poolsaared nagu Kübassaare, Muraja, Täkksaare ja Undu ning nende poolsaarte vahelised laiud (suuremad Pisselaid ja Udriku laid). Asulatest tähtsaimad on seal Kakuna, Kanissaare, Kõrkvere, Leisi ning Muraja külad. Kokku oli sellest piirkonnast leitud digiteeritud kujutisi 17.
- „Kihelkonna“ – Saaremaa lääneosas Kihelkonna kihelkonnas „teekond“ mööda rannajoont Kihelkonna lahest kuni Pilguse laheni. Selle rannajoone lõigu teevad liigestatuks sellised tuntumad lahed nagu Abaja, Atla, Kihelkonna, Kiirassaare, Kuusnõmme, Roopa- ning Ülbaku laht. Selle piirkonna poolsaartest saab nimetada Elda, Eeriksaare, Kuusnõmme ning Papissaare poolsaart. Tuntuimateks laidudeks on Käkimaa, Loonalaid, Mõndalaid, Naistekivimaa jpt. Mainida tuleb ka Vilsandi saart. Asulatest tähtsaimad olid vanadel plaanidel kujutatud Atla, Austla, Karala, Kiirassaare, Kotsma, Kuusnõmme, Loona ning Rootsiküla külasid ning Kihelkonna alevit. Kokku leiti sellest piirkonnast digiteeritud kujutisi 23.
- „Laidudevahe“ – Saaremaa kaguosas Püha, Valjala ning osaliselt Põide kihelkonna territooriumil paiknevad poolsaared ja saared. Digiteeritud arhiiviallikate põhjal algab "teekond" Sandla poolsaare tipust asuvast Sääretükist liikudes kirde suunas kuni Pihlatsi poolsaareni. Sinna vahele jäävad maismaast välja ulatuvad poolsaared nagu Ruhve-Randvere ja Siiksaare. Tuntuimatest lahtedest saab nimetada Kõiguste, Laidevahe, Oessaare ja Saastna lahte. Vanimad asulad, mida sellel ajastul juba kujutati, olid Kungla (Võhksa mõisa plaanil), Kõiguste, Nässuma, Randvere, Ruhve, Sandla, Siiksaare, ja Saare mõis. Kokku leiti sellest piirkonnast digiteeritud kujutisi 29.

Näiteid kasutatud kaardimaterjalidest on toodud käesolevas töös lisas 1. Lisas 2 on kirjeldatud kaardimaterjali metaandmeid võtmepiirkondade kaupa.



### 3. KAARDITÖÖTLUS

#### 3.1 Rektifitseerimine

Kuna Saaga veebikeskkonnas olid kõik välja selekteeritud Rootsi ja Vene kartograafide ning maamõõtjate koostatud mõisa- ja kihelkonnaplaanid juba rasterkujul olemas, ei olnud vajalik digitaliseerimise puhul esimese olulise etapina rasteraluste tekitamine. Samuti jäeti tähelepanuta originaalplaanide võimalikud kahjustused ja deformatsioonid ning nendega sai hakata juba proovima *rektifitseerimist*. Kõigist 144-st välja otsitud rasteralustest oli läbi sõelutud eelmainitud 3 võtmepiirkonna kujutamiseks kokku 69 rasterkujutist, mille metaandmed on toodud lisas 2.

Käesolevas töös kasutati rasterpiltide koordinaatidega sidumiseks ja koolutamiseks tarkvara *ArcMap 10.6* rastertöötamise moodulit *Georeferencing*. Koordinaatsüsteemiks oli seejuures L-EST97.

#### **Kontrollpunktide valik (kaardi lugemine, interpreteerimine, kontrollpunktide tuvastamine) Rasteraluste viimine koordinaatsüsteemi L-EST (transformatsioon,**

GIS-is on ruumiliste andmekihtide ühildamiseks oluline, et erinevad kihid omaksid ühesugust matemaatilist alust (sh projektsiooni). Eesti ala digitaalsete andmekogude mitteametlikuks standardiks on koordinaatsüsteem L-EST. Antud töös kasutatud rastritel, mis kujutavad vanu mõisaplaane, puudub tänapäevastele standarditele vastav matemaatiline alus ning seetõttu on nende täpne sidumine tänapäevaste koordinaatsüsteemidega raskendatud.

GIS-ide tarkvara pakub kaartide jaoks, mille kaardialus on teadmata või vigane, projektsiooniteisenduse erivormi ehk *koolutamist*. Piltlikult öeldes asetatakse kaart kummikilele ja hakatakse seda kummikilet venitama, kuni saavutatakse rahuldava täpsusega tulemus. Koolutamine sobib väga hästi ajalooliste kaartide töötlemiseks, mida ka antud töö raames autor katsetanud on tuvastamaks Saaremaa rannajoone konfiguratsioone. Koolutamine tähendab seda, et selle tulemusel seotakse vana kaart arvutis GIS tarkvara abil kaasaegse koordinaatsüsteemiga ja venitatakse lähtekaardi kartograafilisse projektsiooni. Selleks on vaja leida vanal mõisaplaanil/kihelkonnakaardil piisav arv nn tunnetuspunkte (põllumaa nurk, kiviaia käänupunkt, väiksemõõtkavalisel kaardil tihti asula keskus), mis on ka fikseeritavad teisenduse lähtekaardil. Autor eeldab, et need punktid ei ole pikemaajaliselt oma asukohta muutnud ja on usaldusväärsemad, kui näiteks vanade külateede ristumiskohad. Punktid, mis on kahes erinevas koordinaatsüsteemis, salvestatakse ning programmi poolt arvutatud lähendusfunktsiooni alusel sooritatakse geomeetiline transformatsioon (Koppel, 2005). Vanade mõisaplaanide koolutamise kangusastmena on kasutatud ainult affiinset meetodit. Vanad maakasutus- ja mõisaplaanid on mõõdistuste tulemusel koostatud ja ei ole soovi muuta geomeetriat. Afiinsel teisendusel säilivad

kõik paralleelsed sirged, ainult lõikuvate joonte nurgad muutuvad. N-järku polünoomset teisendust ei kasutatud, sest see muudaks jooned veelgi keerukama kujuga joonteks (Tee, 2003). Rannajoont kujutavate lõikudega vanade mõisaplaanide ja kihelkonnakaartide sidumisel kasutas autor lähtealusena Maa-ameti DNG formaadis mõõtkavaga 1:10 000 Eesti põhikaarti. Lääne-Eesti ja saarte puhul on Eestis kaardistamise ajaloos väga olulise ja kindla tunnetuspunktide märkimiseks olnud kiviaiad, mis on mõnikord vanade teeristide ning põllumaade ja mõisapiiridena kujutatud ja mida on hea võtta rektifitseerimisel kindlamaks punktipaeriallikaks. Eesti põhikaardi värvilise reljeefivarjutusega vektorkaardil on kiviaiad kujutatud.

Vanade kaartide Eesti Põhikaardi koordinaatsüsteemiga sidumisel kasutas autor tuvastuspunktidenä eelkõige põllumaade ja mõisakruntide piiride käänupunkte, mis olid peamiselt kujutatud kiviaedadena. See tähendab, et kiviaiad tähistasid kunagi kruntide piire ning mõisapiire järgides oli hõlpsam neid leida. Kui aga neid kiviaedadega tähistatud käänupunkte oli vähem, tuli loota mõisakaardil loota ka külakeskuste asukohtade peale ning tänapäeva aluskaardil suhteliselt üks-ühele paigutada, et seda rasterit koolutada esialgu üks ühele ja pärastpoole siduda täpsemini muude punktidega.

### **3.2. Rannajoone vektoriseerimine**

Antud töös kasutatud kaardimaterjali puhul ei saanud läbi viia automaatvektoriseerimist, sest kaardimaterjal oli liiga ebaühtlane ja keerukama sisuga. See tähendab, et rohked tekstid, mustuseplekid ja deformeeritud või osadest nurkadest hävinenud kaardid sundisid ajalooliste kaartide puhul otsustama manuaalsete meetodite kasuks. Seetõttu kasutati vektorkujule viimiseks „käsitsi“ vektoriseerimist ehk töö teostaja kasutas vektoriseerimiseks arvutihiirt, mille kursoriga joonestas kuvaril taustana asuva kaardipildi üle. Kalev Koppel on oma 2005. aasta magistritöös öelnud, et seda võiks nimetada ka teisiti ajalooliseks ülekaardistamiseks elektroonilises keskkonnas.

Töö käigus vektoriseeriti rasterkujutisel kuvatavat rannajoont L-EST koordinaatsüsteemi. Kogu vektoriseerimise protsess toimus tarkvara *ArcMap v.10.6* kasutades. Kuna ühest võtmealast erinevaid vanu kaarte oli mitu, siis tähistas autor igat rannajoone lõiku erinevat värvi joonobjektina ehk autor koostas igale vanale kaardile vastava kaardikihina. Kõige topograafilisem ja ainus info, mida selle töö puhul oluliseks peeti, oli rannajoon. Rannajoone joonistas autor üle joonobjektina ehk *Polyline*'ina.

## 4. TULEMUSED JA ARUTELU

### 4.1 Võtmeala 1 – „Kõrkvere-Kakuna“

„Kõrkvere-Kakuna“ võtmeala jaoks rektifitseeris autor kokku 6 ajaloolist kaarti, et analüüsida rannajoone võimalike muutusi ning kaartide geomeetriat. Vanim neist on koostatud aastal 1772 ning hiljutisem hinnanguliselt aastast 1800 (vt Lisa 2, Tabel 1).

Antud piirkonda kujutavatest ajaloolistest kaartidest saavad autori hinnangul enim usaldusväärset informatsiooni anda 1784. aasta ning 1787. aasta kaardid, mida kinnitab ka koolutamiste käigus programmi poolt tulemuseks antud keskmise ruutvea summad (1784. a Muraja-Kakuna külade kaardi puhul 21,2 meetrit ning 1787. aasta Kõrkvere küla ja Keskvere mõisa kujutav kaart 19,2 meetrit), mis on selle ajastu plaanide geodeetilise aluse ning autori koolutamise ja sidumise oskuse pädevuse poolest üsna hea tulemus.

Kõrkvere küla – Keskvere mõisa kaardi koolutamise jaoks kasutas autor 15 sidumispunkti. Sidumispunktide valikul sai peamiseks faktoriks kiviaedade käänukohad Kõrkvere küla ning Keskvere mõisa ümbruses (vt. Joonis 8.). Autor lähtus teooriast, et Lääne-Eestis ja eelkõige saartel oli põllu- ja heinamaade ning mõisapiiride tähistamiseks rajatud kiviaedade võrk välja kujunenud juba 17. sajandi lõpuks, mis andsid maakasutusele püsivamad raamid (Saaremaaanaturetourism, 2006). Kõrkvere küla – Keskvere mõisa kaardil joonestub selgelt välja tänapäeva rannajoonega üsna sarnase konfiguratsiooniga rannajoon. Erinevuse võib välja võtta sellest, et kaardistamise ajal oli rannajoon olnud kiviaia taga ning nüüd on see rohkem taandunud mere poole. Tänapäeva Eesti põhikaardi digitaalversiooni järgi on see kujunenud roostikuks, kuid veetaseme tõusmisel võivad need roostikud ka vee all olla (vt. Joonis 10). Vektoriseerimise käigus eristub ka suhteliste mõõtmetega 100 meetrit lai ning 120 meetrit sügav lahesopi esinemine koordinaatidega 58° 29' 57.41" N, 23° 13' 8.41".

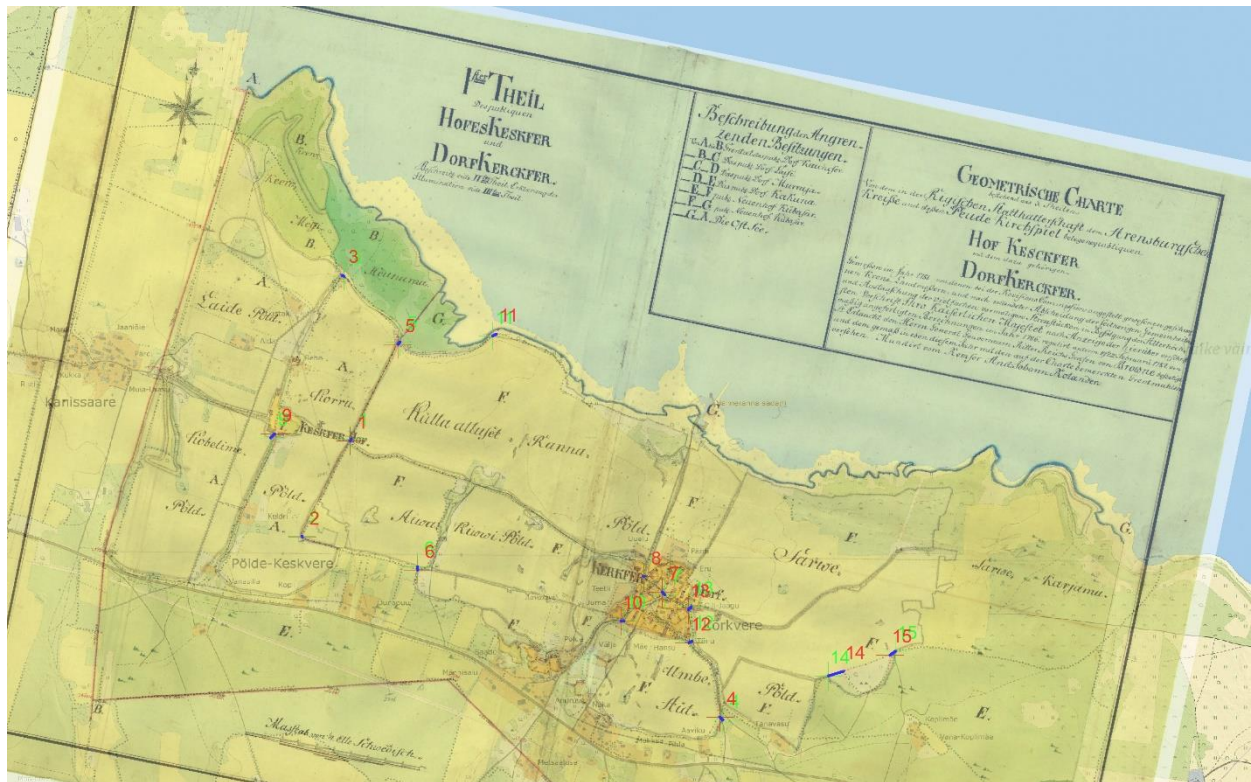
Kakuna-Muraja 1784. aasta kaardi koolutamisel rahuldava tulemuse saamiseks kasutas autor 9 sidumispunkti. Põhilisteks sidumispunktideks olid Kakuna ja Tika küla lähistel asuvate heina- ja põllumaid piiravate kiviaedade käänupunktid. Rasterkujutise paremaks kattumiseks Muraja poolsaare lääneranniku ning Pisselaiuga kasutas autor sidumisel ka ühe laiue tsentrit Kakuna ja Täkksaare poolsaarte vahel. Tolleaegne rannajoon Kakuna ning Muraja poolsaare näitel võrreldes tänapäevaga ei andnud autorile vihjet analüüsimisel rannajoone ebakatsvusest ning autor hindas toimingut õnnestunuks. Pisselaid, mis 1784. aasta kaardil on kujutatud kahe erineva laiuna, on tänapäeval kasvanud üheks ning 1:1 kattumine jättis Pisselaiu puhul soovida (vt. Joonis 11), mis

annab märku, et kaardi autoril ei olnud piisavalt täpseid geodeetilisi andmeid saarte ja laidude kaardistamiseks, mis asusid Muraja lahe rannikuvetes.

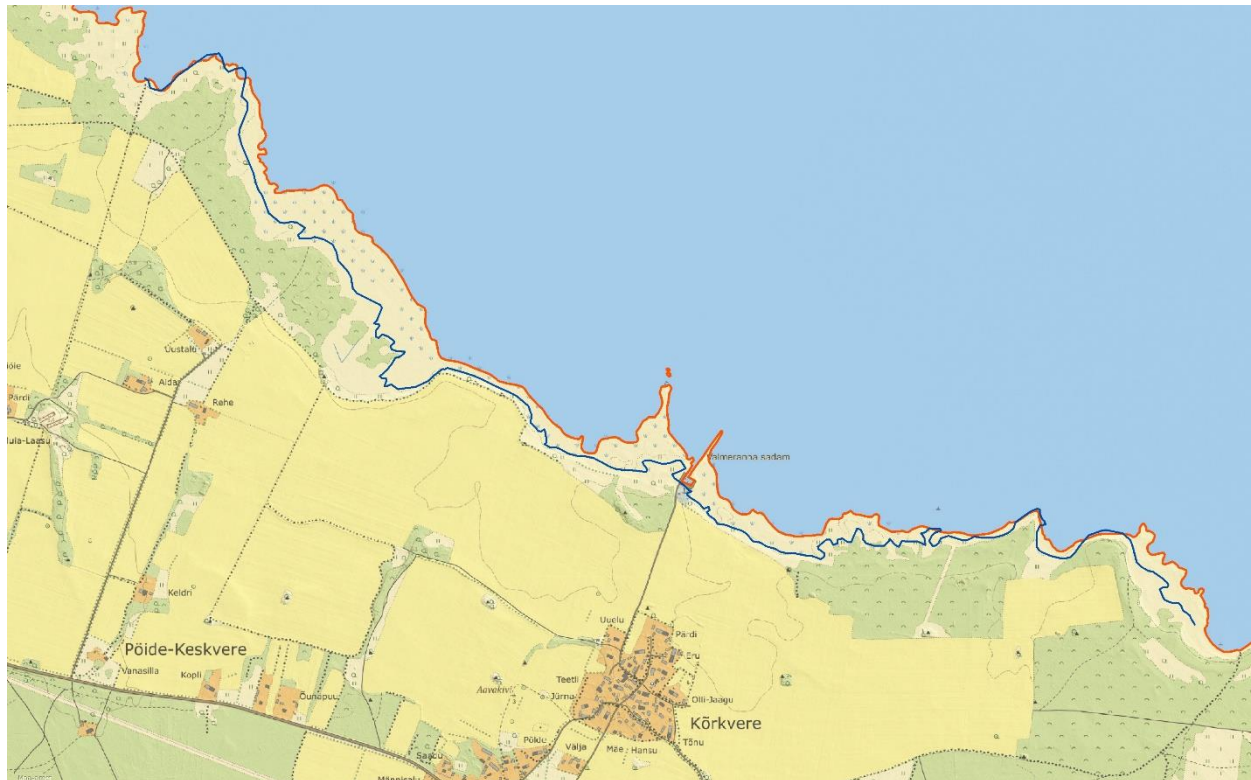
Kakuna-Täkksaare 1787. aasta kujutavate poolsaarte rahuldava tulemuse sidumiseks kulus autoril kõige väiksem hulk punktipaaride asetamiseks (6) ning programm andis keskmise ruutvea summaks 11. Nagu ka Kakuna-Muraja puhul, oli sidumispunktide valikuks Kakuna küla lähistel asuvate kiviaedade käänukohad ning Kakuna ja Täkksaare poolsaarte vahel asuva lai tsentrit. Sama piirkonna 3 aastat varasema kaardi rannajoone vektoriseerimisel tekkinud joonandmekihi kõrvutamine 1787. aasta omaga oli üldiselt sarnane.

1786. aasta ning hinnanguliselt 1800. aasta mõisakaart, mille suhtmõõtkavad puudusid Saaga metaandmetest, osutusid koolutamise protsessi poolelt kõige „laialivenimamateks“ kaartideks. Rannajoone konfiguratsioon ning laidude, madalikkude ja saarte kuju oli üldiselt sarnane tänapäeva Eesti Põhikaardile ning ka eelpool nimetatud kahele kaardile, kuid seoses suure territooriumi kujutamise (Maasi mõisast Orissaare aleviku juures kuni Kõiguste laheni) ei kattunud kaardid rannajoont piisavalt ja vektoriseeritud rannajooned jäid tänapäeva rannajoonest 50-300 meetrit nihkesse (vt Joonis 12). Autori hinnangul võib nende suhtmõõtkava olla 1:10 400 (Varep, 1960). Keskmise ruutvea summa näitas 1786. aasta mõisakaardi 14 sidumispunkti puhul 130 meetrit ning 1800. aasta mõisakaardi 17 sidumispunkti näitasid veaks 102 meetrit. See analüüs saab kinnitada teooriat, et mida rohkem punktipaare kasutatakse affiinse transformatsiooni puhul, seda täpsemaks muutub rastri kattus tänapäeva kaardiga (Chang, 2004).

1772. aasta Kõrkvere-Kakuna-Muraja külade kaardi vektoriseerimisel saadud rannajoon andis seni eelnimetatud kaartidest kõige ebausaldusväärsema tulemuse. Oma suhtmõõtkavaga 1:8000 andis 18 sidumispunkti kinnitamiseks RMS hinnanguks 65 meetrit. Selle kaardi puhul torkab silma rannajoone veider kulgemine ning mittekatumine tänapäeva konfiguratsiooniga Arju ja Uudu lahe näitel. Esialgsete vektoriseerimise tulemustel kaardil kujutatud Uudu laht võis ulatuda pea 300 meetrit kaugemale sisemaale (vt. Joonis 13).



**Joonis 9.** 1787. aasta Kõrkvere küla – Keskvere mõisa plaan koolutatuna Eesti põhikaardil koos sidumispunktidega ehk teisisõnu punktipaaridena.

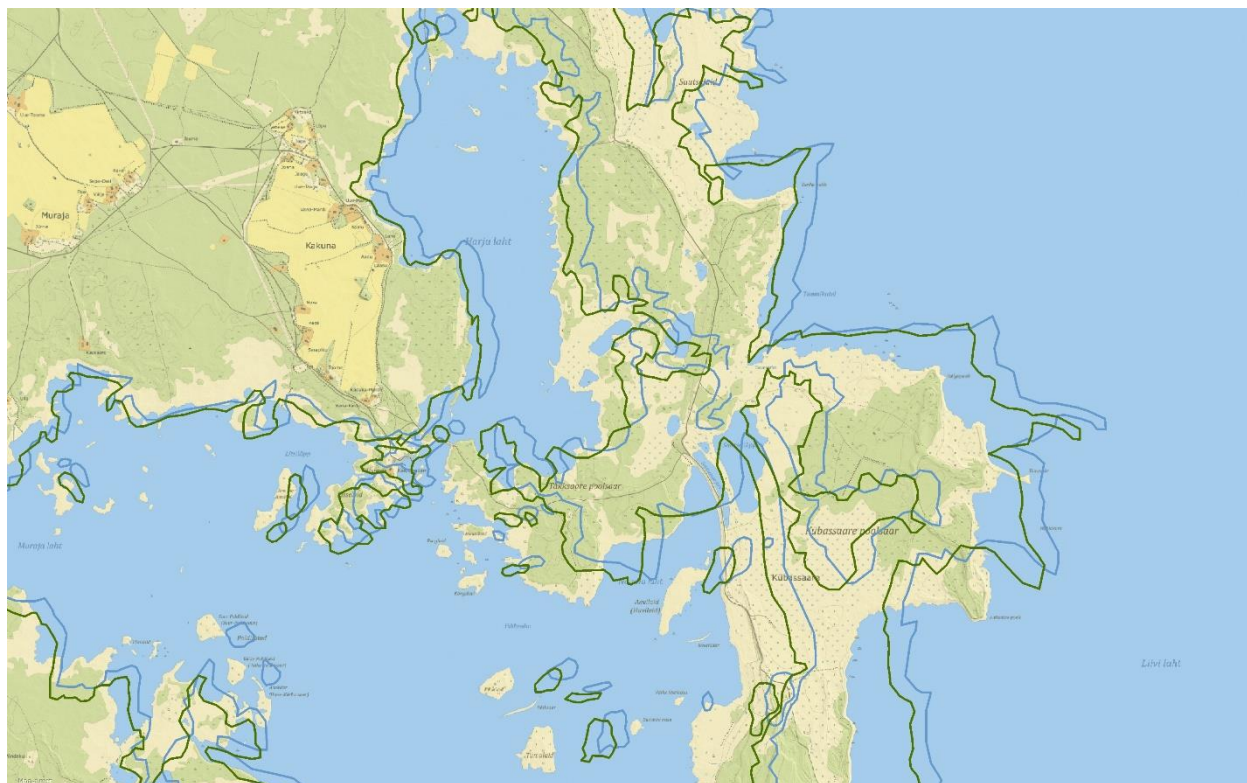


**Joonis 10.** 1787. a plaanist vektoriseeritud rannajoon (sinine) ja tänapäeva rannajoon (punane).

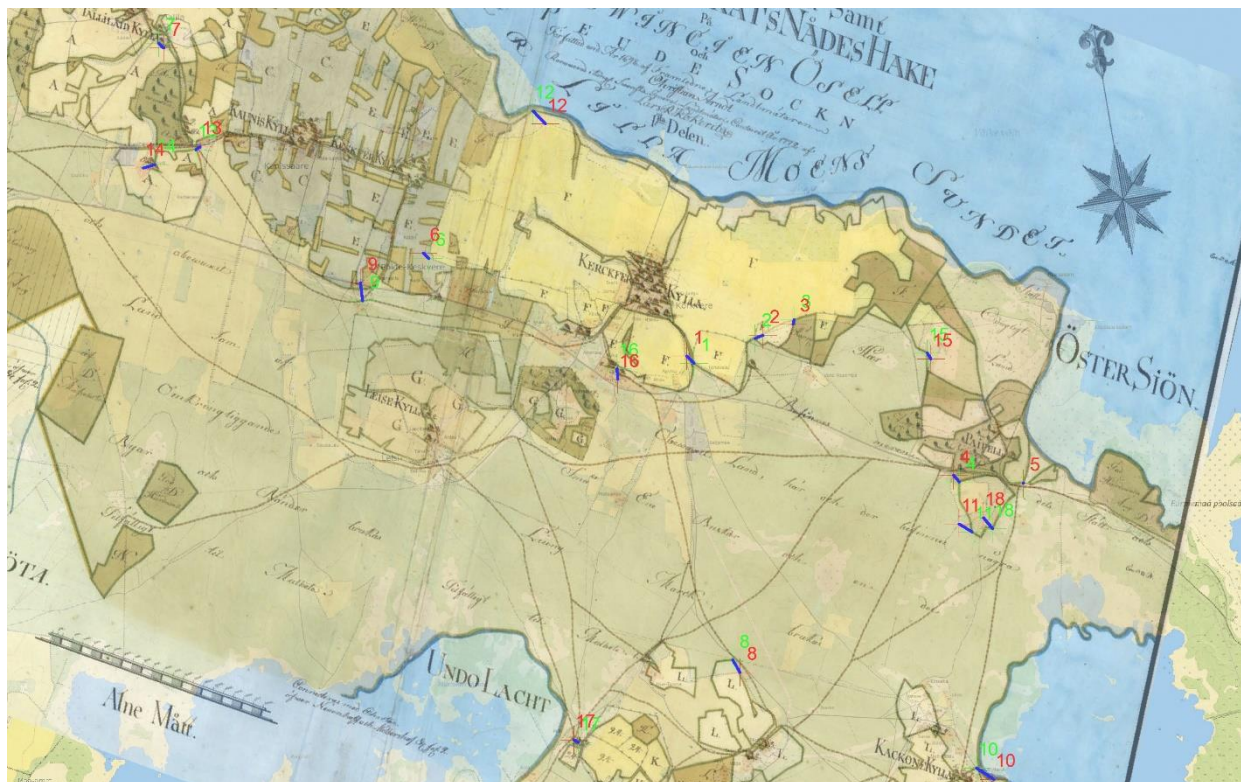




**Joonis 11.** 1784. a Kakuna küla ja Muraja poolsaare plaanist vektoriseeritud rannajoon, Pisselaid.



**Joonis 12.** 1786. a vektoriseeritud (roheline) ning 1800. a vektoriseeritud (sinine) rannajoon. Arju ja Muraja laht. Kūbassaare ning Täksaare poolsaared



**Joonis 13.** Kakuna, Keskvere, Kõrkvere ja Leisi külasid kujutav plaan 1772. aastast koos sidumiseks kasutatud punktipaaridega.

## 4.2 Võtmeala 2 – „Kihelkonna kihelkond“

17. – 19. sajandi Kihelkonna kihelkonna ala rannajoone vektoriseerimiseks ning olukorra hindamiseks oli autoril abiks 12 erinevat ajaloolist kaarti. Vanim neist oli hinnanguliselt 1690. aastast pärit Vilsandi kaart ning uuemad jäid 19. sajandi esimesse poolde (vt Lisa 2, Tabel 2).

Ants Torimi hinnangul oli Vilsandi saar veel kahes tükis Rückeri 1908. kaardil, kus vasakpoolset saar nimetati Suur- ning parempoolset Väike-Vilsandiks (Torim, 2004). Selle töö raames 2 Vilsandi saari kujutatud kaardimaterjalide analüüsimisel pärast vektoriseerimist selgus, et Vilsandit on kujutatud kahes tükis koos saarte vahel asuvate laidudega, mis on tänapäevaks juba kõik kokku kasvanud (vt. Joonis 17). 1690. aasta kaardil selgub huvitava tähelepanekuna teistest Vilsandi saari kujutavatest kaartidest märkus, et Vilsandi idasaare (või Väike-Vilsandi) kaardistamisel oli üks laid parasjagu liitumas Väikse-Vilsandiga ning saarte ühinemisel tekkis rannamoodustis, mis on Eesti põhikaardil tähistatud. See informatsioon andis ka luba autoril kasutada seal koolutamispunkti nr 2 (vt. Joonis 15).

Vande kaartide kujutamisel raskendas koolutamise protsessil rastriga kattumisel Eesti põhikaardiga väheste kiviaia piiride olemasolu. Sellisel juhul kasutas autor lisaotstarbena Vilsandi saare ümbruses asuvate laidude (Käkimaa, Noogamaa) tsentreid, et saada rahuldav tulemus.

Punktipaaride number varieerus 6 ja 18 vahel ning sellest olenemata oli ka keskmise ruutvea summa erinev (kaart, mis kujutas ainult Vilsandi idasaart ilma Käkimaata andis 6 punktpaariga RMS tulemuseks 18 meetrit ja koos Käkimaaga järgmise kaardi peal oli 12 punktpaariga RMS 34 meetrit).

Kui Vilsandi saar välja jätta, oli Kihelkonna kihelkonna territooriumi katvus rannajoonena Pilguse lahest kuni Kihelkonna laheni vanade kaartidega üsna hea (ühtegi puuduvat rannajoone lõiku Pilguse lahest Kihelkonna laheni ei esinenud) ning kaardid jäid ka vastavalt samasse ajastusse (1794 – hinnanguliselt 1800).

Elda poolsaart, Soegi nina ning Atla lahe läänerannikut kujutavad rannajoonelõigud sai töö teostaja rektifitseeritud 4 kaardi abil, mille konfiguratsioon oli kõigil sarnane. Vektoriseerimise tulemusel vektorkihtide mittekattumise põhjustas kaartide erinev suhtmõõtkava ning töö autor ei välista, et võis olla ka tingitud joonestamise tehniline eksimus. Metaandmetest lähtuna (vt. Lisa 2, Tabel 2) on 3 eespool nimetatud hulgast kõik pärit 19. sajandi I poolest, millel kahel neist oli suhtmõõtkava 1:4000 ning kolmandal mõõtkava puudus. 4. neist oli suhtmõõtkavaga 1: 10 500 ning ta kattis lisaks Eida poolsaare, Soegi nina ja Atla lahele veel Eeriksaare ja Kuusnõmme poolsaart, Vilsandi saari ning Vilsandi saare rannikuvetes asuvaid laide (Käkimaa, Loosirahu, Noogimaa) (vt. Joonis 13). 19. sajandi I poole kaartide kasutatud punktipaaride ja RMS summa varieerus 9 – 15 punkti vahel ning RMS oli 7,7 – 17,7 meetrit. Suhtmõõtkavaga 1: 10 500 kaardi rektifitseerimine andis võrreldes „Kõrkvere-Muraja“ võtmeala väiksemõõtkavaliste kaartidega 17 punktipaari puhul RMS tulemuseks 45,9 meetrit.

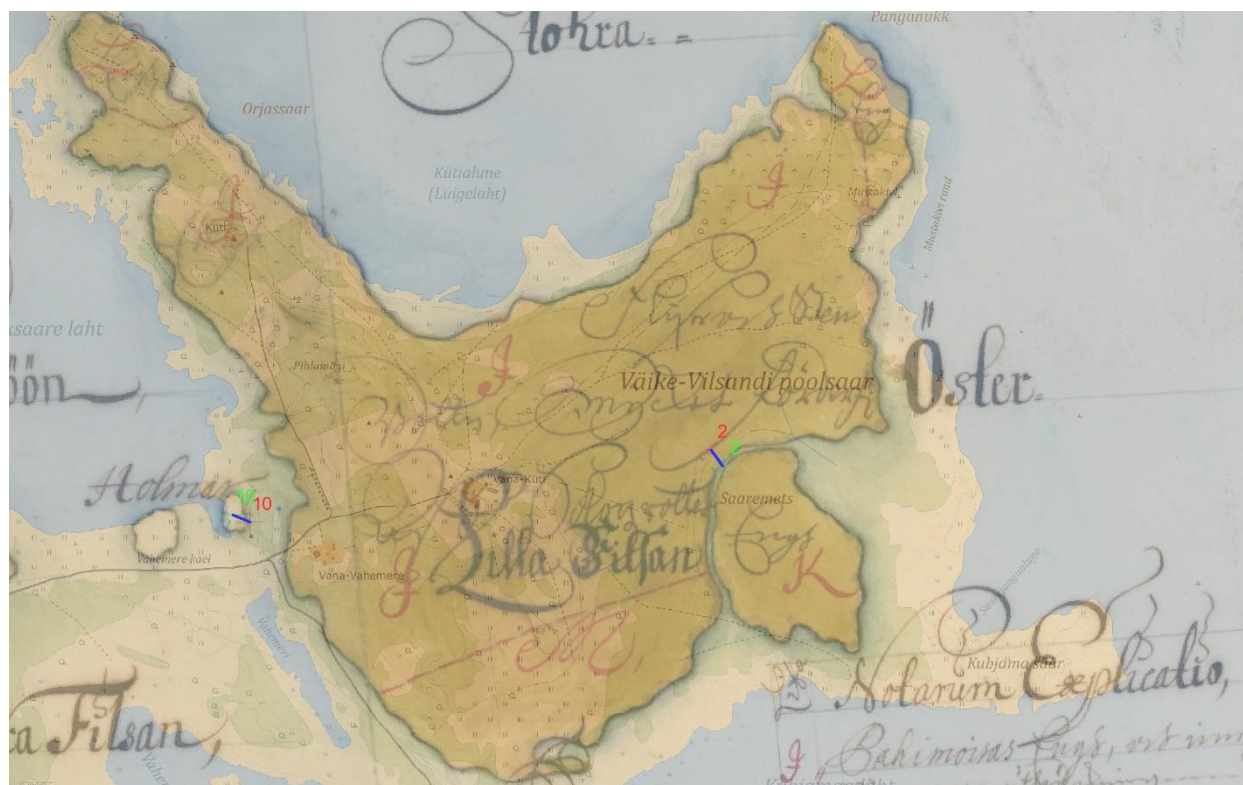
Üheks veidrusiks võib lugeda Eeriksaare ja Kuusnõmme poolsaarte vahel asuva maasääre puudumist 1800. aastate kaartidel, kuigi Eesti põhikaardi vektorkaardil oli ta olemas. Pinnakatte poolest esineb seal kõlvikuala. Lisaks on K. Orviku koostatud materjalide alusel sellel rannajoone lõigul peamiselt möllirannavööndi esinemine, toimub seal pidev setete kuhjumine kuna ning ta on kaitstud tugevate tuulte ja merelainetuse eest (Arold, 2005) (vt. Joonis 16).

Kõik vanad mõisakaardid, mis kujutasid võtmekoha rannajoont alates Eeriksaare poolsaare tipust kuni Jaagarahuni Tagamõisa poolsaare läänerannikul, olid pärast rektifitseerimist ja vektoriseerimist üldiselt õnnestunud ning autor hindab neid küllaltki heaks ja põnevateks infoallikateks. Rektifitseeritud kaartide punktipaaride arv varieerus 5 ja 15 vahel ning RMS summa varieerus 7,3 ning 23 meetri vahel. Siinkohal tuleb arvestada ka tolleaegse maamõõdistamiseks kasutatud tehniliste vahendite ning kindla matemaatilise aluse puudumiseta (Potter, Treikelder 2011).

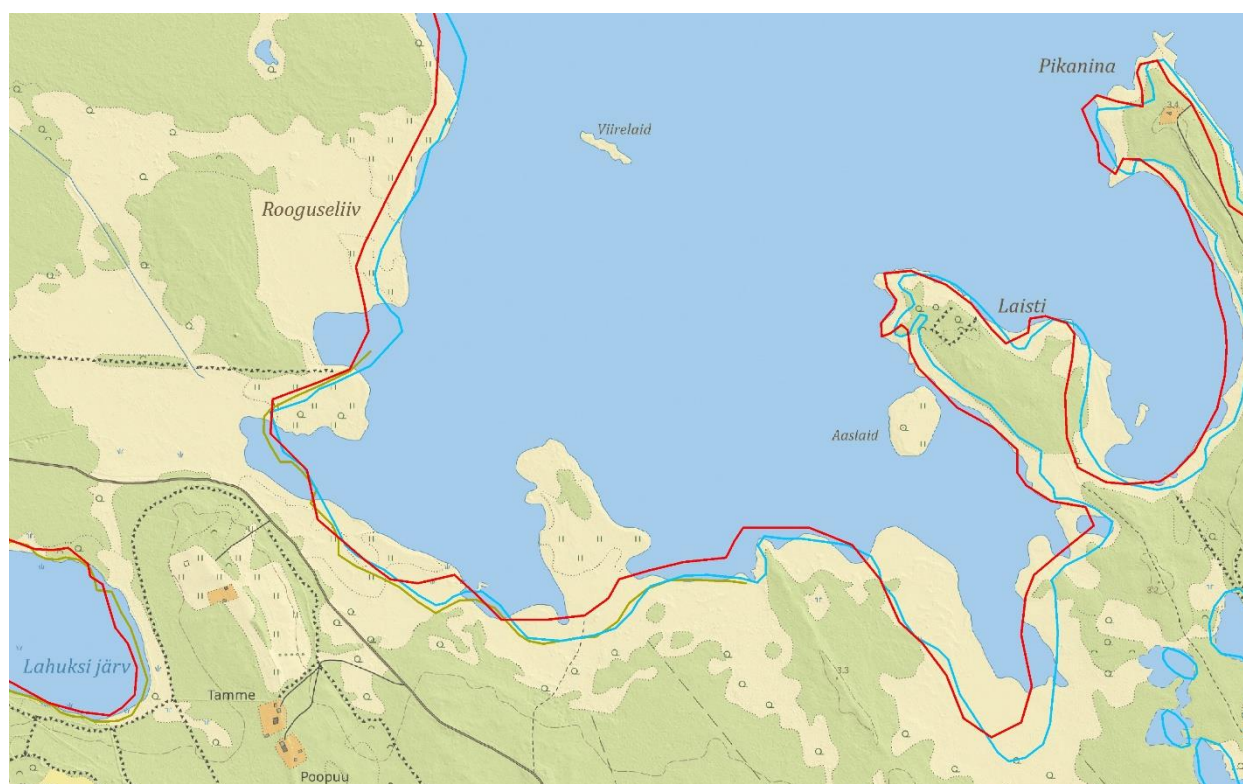




**Joonis 14.** Rektifitseerimiseks kasutatud plaan aastast 1800 pealkirjaga *Karte des Güter Attel, Kusnöm, Lihassoo und Karral*.



**Joonis 15.** Vilsandi idasaar ning sidumispunkt nr. 2. Plaan aastast 1690 hinnanguliselt.



**Joonis 16.** Mõõdistamise käigus välja jäänud poolsaar. Vektoriseerimisel kätte saadud rannajoone lõigud 19. sajandi esimesest poolest, mis eiravad selle poolsaare eksisteerimist.





**Joonis 17.** Vilsandi saared ja rannikulähedased laiud. Võrdlus 1690. aasta (roheline vektorjoon) ning 1800. aasta kaardistusega (punane vektorjoon).

### 4.3 Võtmeala 3 – „Laidevahe-Ruhve“

Selle võtmeala saab ka nimetusest jagada kaheks osaks: 4 ajaloolist kaarti, mis kujutavad Laiduvahe lahte ja Siiksaare poolsaart ning 5 ajaloolist kaarti, mis kujutavad Kõiguste lahe idarannikut, Ruhve ja Randvere küla piirkondi ning Kahtla laide. Metaandmetes on ka kaart nimega „*Peude Regulirungs Charte No 4.*“ 1784. aastast, mis on tegelikult sama aasta ja sama kartograafi poolt koostatud „*Peude Regulirungs Charte No 3*“ järgmine kaardilehekülg (vt. Lisa 2, Tabel 3), mis kujutab Saaremaa rannikut Saare (endise nimega Holm) mõisa maast kuni Veistelaiuni. Autor tahtis olla kindel, et parema visuaalpildi saamiseks on erinevate rannajoone lõikudena vektoriseeritud 17. – 19. sajandi mõisaplaanide alusel Laidevahe lahest kuni Orissaareni ehk võtmealade 1 ja 3 ühendamine.

Ruhve ja Randvere küla piirkondade kujutavate kaartide rektifitseerimise ja vektoriseerimise tulemusel torkasid silma 1698. aasta ning 1772. aastal ilmunud Ruhve ja Randvere küla kujutavate kaartidel kujutatud rannajoonte ebamäärane konfiguratsioon ning suur erinevus tänapäeva rannajoonest, mida autori hinnangul ei saanud lugeda usaldusväärseks kattuvuse poolest (vt. Joonis 18). Kui uurida koostajate autoreid metaandmetes, siis Saaga andmeil oli 1698. a kaardi kartograafiks oli Christiana Arndt, kes 74 aastat hiljem ilmunud kaardil oli aluskaardi autor, kuid

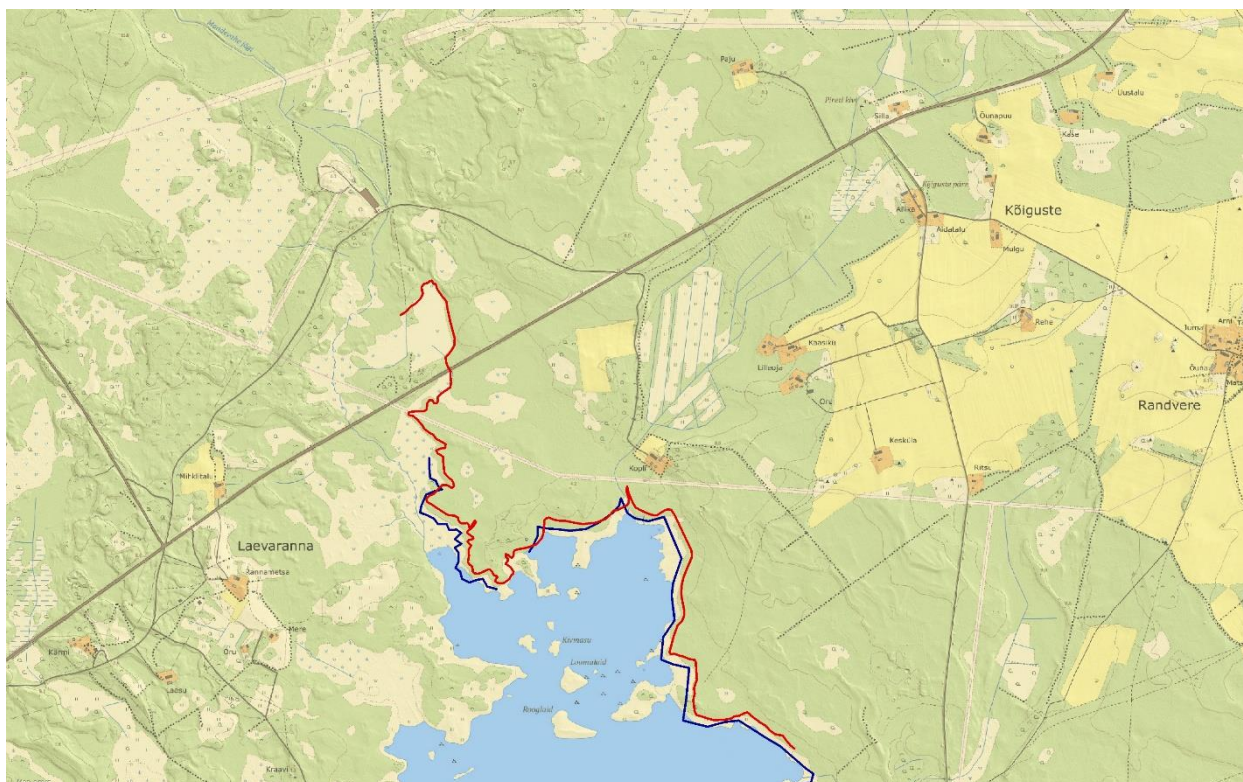
kartograafiks oli Olof Bergenson. 17. sajandil mõõdistati Eesti ala palju põhjalikumalt kui enamiku Lääne-Euroopa riikide alasid ning Vana-Liivimaa kaardipilt muutus palju tõepärasemaks ja tunduvalt detailsemaks kuid omaaegse täpsuse poolest jäid need kõvasti veel alla Vene ajal kaardistatud mõisaplaanidele (Potter, Treikelder 2011).

1784. aasta "*Peude Regulirungs Charte No 4 ....*" annab juba selgema ja kuvatavama pildi rannajoone õigsusest ja rannajoone kattumine on tänapäeva lõiguga detailsem ning selgem. 10 punktpaariga sai autor RMS-iks 26,5 meetrit, mis annab kinnitust, et rannajoone kuvamine oli palju selgem. Peamisteks sidumispunktideks oli rastri ning vektorkaardi ühendamisel Ruhve ja Randvere külakeskused ning kaardil erinevate kõlvikuliikide (heina- ja põllumaa ligiid) piirjoontega kuvatavad maakasutusala, millele tänapäeval vastavad päris hästi kiviaiad. Lisaks 1784. aasta Rolanderi Põide kihelkonna kaardilehele annab 1787. aasta Kõiguste mõisaplaan kinnitust, et rannajoon ulatus 18. sajandi lõpul Põide-Laimjala-Tõnija-Valjala moreenkünnise ja -kühmu servani, mis on tekkinud servapeatusena jää liikumisel lõunasse varasemate liustikustaadiumide vältel (vt. Joonis 20) (Arold, 2005). Ephraim Brahli koostatud Kõiguste mõisaplaani rektifitseerimisel kasutas autor 10 punktipaari, andes keskmiseks ruutveaks 18 meetrit (vt. Joonis 19).

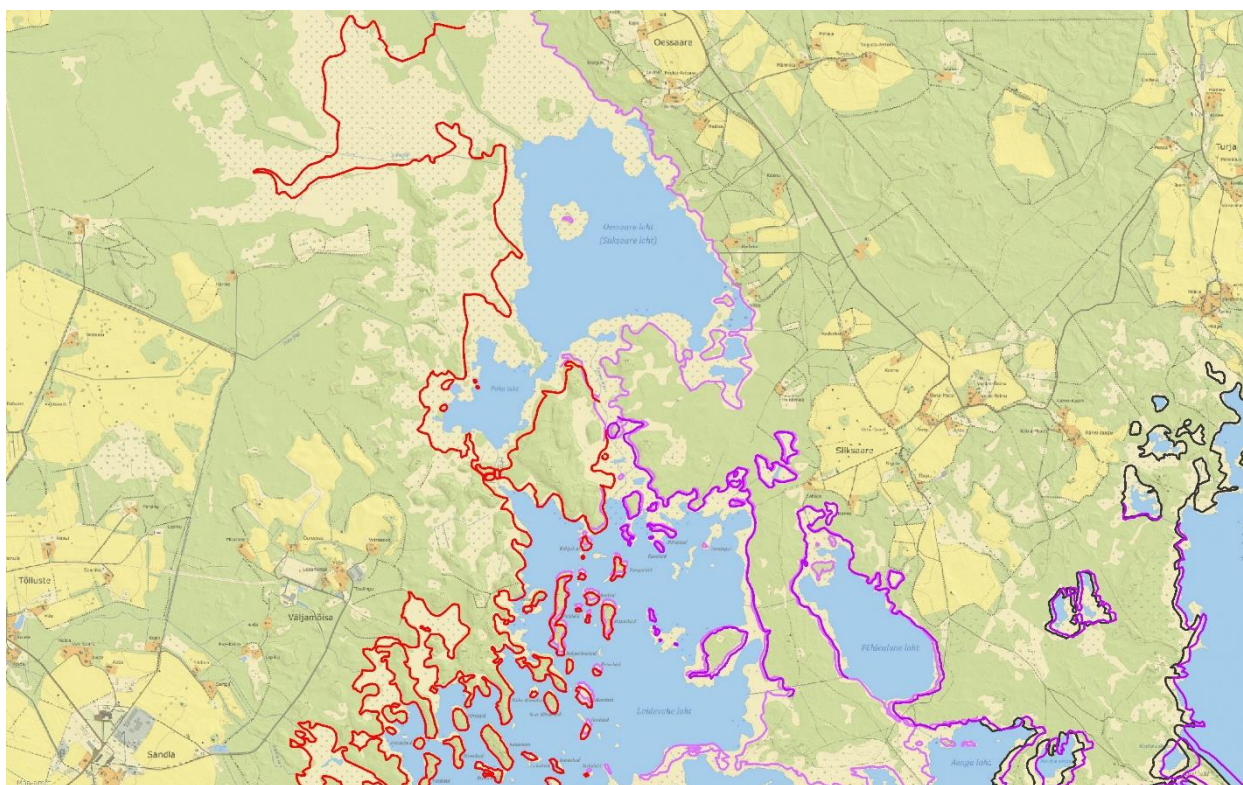
Laidevahe lahe ning Oessaare lahte kujutavad kaardid olid kõik suhtmõõtkavas 1:4000. Eriti Oessaare lahe rannajoone puhul andsid vanad kaardid kinnituse, et 18. sajandi lõpul kaardistamise ajal oli Oessaare lahe levik suurem, kui võrreldes tänapäevaga, mil selge rannajoon on taandunud ning asendunud möllirannavööndile iseloomuliku lauge ja vesise roostikutasandikuga. Lisaks on üldiselt näha poolsaarte laienemist ning kaardil kujutatud eraldiseisvate laidude liitumist maismaaga (vt. Joonis 21). Oessaare ja Laidevahe lahe kuvavate kaartide rektifitseerimisel kasutas autor 6 – 17 punktipaari ning keskmine ruutviga oli 6,8 kuni 19,1 meetrit, mida saab hinnata suhteliselt õnnestunuks. Kaarte saab pidada selle ajastu puhul üsna usaldusväärseteks.







**Joonis 20.** Rannajoone lõigud pärast rektifitseerimist ja vektoriseerimist 1784. aasta plaani (Sinise joonega) ning 1787. aasta Kõiguste mõisaplaani alusel (punase joonega).



**Joonis 21.** 18. sajandi lõpp – 19. sajandi alguse rannajoon rektifitseeritud erinevate kaartide info põhjal. Oessaare ja Laidevahe laht.

#### **4.4. Hinnang vanadele kaartidele**

Tuginedes võtmealade analüüsipeatükkidele 4.1, 4.2 ja 4.3, hindab autor, milliseid kaarte saab pidada usaldusväärseteks ja mille puhul peab andmekriitilisust üles näitama.

Olenemata geodeetilise aluse puudumisest ning selle aja mõõdistusinstrumentide ja mõõdistustehnikate kasutamisest, tegid kartograafid oma võimekuse piires 17. sajandi lõpu kuni 19. sajandi esimese poole ajastul täpset ja detailset tööd. Väiksemõõtkavaliste kihelkonnaplaanide konstrueerimisel mõõdeti detailsemalt asusustele lähedal paiknevat maakasutust (k.a ka rannajoont) ning kaugemad kohad jäid väiksema tähelepanu alla, mis tähendas ebatäpsusi topograafilise info kokkulangemisel ja kattumisel tänapäevaga. Suhtmõõtkavas 1:10 000 ja/või 1: 10 400 kaardid andsid usaldusväärset informatsiooni suuremate aladega kohta, mida sai usaldama hakata, kuid nende kaartide koolutamisel töö praktilises osas tekkis probleeme tänapäeva põhikaardile kokkulangemisega, kus kaardiraami sisse jäävad äärmiselt alad kippusid nihkesse minema. Suhtmõõtkavas 1:4000 olid peamiselt ühe mõisa maakasutusplaanid või lihtsalt mõisaplaanid, mis kujutasid rannajoont väga detailselt ja need andsid usaldusväärsemat informatsiooni. Seega võib öelda, et lokaalsel tasemel saab vanadel mõisakaartidel kujutatud situatsiooni paika nihutada, kuid suuremal tasandil kippusid lohisema.

Rannajoone lõigul tekkinud muutuste osas andsid mitmed võtmealade kaardid head informatsiooni. Näiteks Vilsandi saare näitel, kus 19. sajandi algul oli Vilsandit kujutatud kahes tükis, kuid abikaardina kasutatud Saksa sõjaväekaardil oli Vilsandi juba ühes. Lisaks andsid kaardid mõnede Saaremaa rannikuvetes olevate laidude eksisteerimise kohta kinnitust, et juba sellel ajal olid kaardistamise hetkel need laiud vee alt väljas, mida kartograaf sai märkida.

Võtmealadel, rannajoonest veidike eemal sisemaal, oli vanadel kaartidel kujutatud sisemaal esinevaid järvi, mida kartograafid 17. sajandi lõpus kuni 19. sajandi alguseni olid kuvanud suuremaalt. See aga ei anna piisavalt kinnitust, sest siis võidi markeerida suhteline järvekalda piir, kus sademeteperioodi ajal oli veetase tõus kõrgemal ning suvistel perioodidel oli jälle madalamal. Analoogiliselt eksisteeris see kõikide võtmealade puhul kuvatavatel kaartidel, kus vanal kaardil kuvatava info kohaselt asus laguun või järv/tiik just selles piirkonnas ning tänapäeva kaardiga võrdluses on maismaa selle omaks võtnud. Rannajoone järjest eemale taandumisega on sulgenud ka kunagised lahesopid mereveest (ntks Oessaare laht, mis ulatus 18. sajandil veel sügavamale sisemaale, kuid nüüd on taandunud ning kunagise lahe asemele on tekkinud kõlvik ja maismaad ning veepiiri eraldab rannatoostik).

Töö käigus selgunud olulisemad tulemused autori hinnangul:

- Perioodil 17. saj lõpp – 19. saj algus koostatud mõisaplaanid M 1 : 4000 annavad usaldusväärsemat informatsiooni toleaeegsest Saaremaa rannajoone piirist võrreldes M 1: 10 400 plaanidega, mida võiks rektifitseerimisel tegelikult juppideks teha ja piirkonniti teha eraldi (mis selgus „Kõrkvere“ võtmealal 1786. aasta ning 1800. aasta kaartide puhul).
- Sidumispunktide valikul sai määravaks faktoriks kiviaedade olemasolu. Saaremaal oli 17. sajandil kiviaiavõrk olemas, mis lubas kindlalt ja selgelt raamitud sidumispunkte valida.
- M 1:4000 vanade kaartide sidumiseks tänapäeva põhikaardile piisab rahuldava tulemuse saamiseks 5 kuni 15-st punktipaarist, mis avaldus töö käigus 3 võtmealal kaartide paigutusest. Väiksemõõtkavaliste kaartide punktipaaride hulgas kehtib loogika, et mida rohkem ja mida eraldatumana neid alguses paigutada sidumisprotsessi käigus, seda rahuldavama tulemuse saab.
- Mida kaugemal asustusest topograafilist infot kuvatakse, seda ebatäpsemaks seal kaart muutub. See asjaolu kehtis ka suuremõõtkavalisel kaartidel rannikuvetes asuvate saarte ja laidude kujutamisel.



## Kokkuvõte

Käesolevas bakalaureusetöös teostati kartograafiline analüüs kasutades kaardimaterjalina 17. sajandi lõpust kuni 19. sajandi alguseni ilmunud Saaremaa mõisaplaane. Alguses uuriti välja, kui palju on Saaremaast kuvavaid mõisaplaane Rahvusarhiivi infosüsteemis, Saagas enne 1830. aastat, mil jõuti triangulatsioonimõõdistustega Saaremaale. Seejärel sõeluti kogu otsingutulemusest välja vanad mõisaplaanid ja kihelkonnakaardid, mis kujutavad rannajoont ning tähistati kogu Saaremaa rannajoone mõistes need piirkonnad, kus mõisaplaanil eksisteeris rannajoon. Pärast seda grupeeriti kõik rannajoont kujutavad mõisaplaanid erinevatele aladele ära ning selekteeriti võtmepiirkondadeks 3 ala, milleks said Saaremaa idarannikul Kihelkonna kihelkonna piirkond, Kõrkvere-Kübassaare poolsaar ning Laidevahe laht.

Kui kaardid saadi võtmepiirkondadesse ära grupeeritud, toimus nende rektifitseerimine tänapäeva Eesti põhikaardile, kasutades rektifitseerimise etapina kujutiste sidumise metoodikat tänapäeva aluskaardile. Seejärel vektoriseeriti mõisaplaanil kujutatud rannajoone lõigud ning teostati võtmepiirkondade kaupa analüüs.

Töö lõpuks selgus, et 17. saj lõpp – 19. saj alguse perioodil koostatud mõisaplaanid M 1 : 4000 annavad usaldusväärsemat informatsiooni tollaegsest Saaremaa rannajoone piirist võrreldes M 1: 10 400 plaanidega, mida võiks rektifitseerimisel tegelikult juppideks teha ja piirkonniti teha eraldi. Sidumispunktide valikul sai määravaks faktoriks kiviaedade olemasolu. Saaremaal oli 17. sajandil kiviaiavõrk olemas, mis lubas kindlalt ja selgelt raamitud sidumispunkte valida. Mõõtkavas 1:4000 vanade kaartide sidumiseks tänapäeva põhikaardile piisas koolutamisel rahuldava tulemuse saamiseks 5 kuni 15-st punktipaarist. Väiksemõõtkavaliste kaartide punktipaaride hulgas kehtib loogika, et mida rohkem ja mida eraldatumana neid alguses paigutada sidumisprotsessi käigus, seda rahuldavam tulemus saab. Tähelepanekuna selgus, et mida kaugemal asustusest topograafilist infot kuvatakse, seda ebatäpsemaks seal kaart muutub. See asjaolu kehtis ka suuremõõtkavalisel kaartidel rannikuvetes asuvate saarte ja laidude kujutamisel.

## **Cartographic analysis of Saaremaa coastline on the basis of old manor plans from 17th to 19th century.**

Mart Soo

### **Summary**

In this bachelor thesis, a cartographic analysis was carried out using various manor plans about Saaremaa which were published as a card material from the end of the 17th century to the beginning of the 19th century. At the beginning, it was investigated how many manor plans in Saaremaa were found at the National Archives Information System, Saaga, before the 1830s, when triangulation measurement came to Saaremaa. Subsequently, all the manuscripts and parish cards depicting the shoreline were screened throughout the search result, and throughout the Saaremaa coastline there were marked the areas where the coastline was located in the manor plan. After that, all the manor plans depicting the coastline were grouped into different areas and three areas were selected as key areas, namely the region of Kihelkonna Parish, the Peninsula of Kõrkvere-Kübassaare and the Bay of Laidevahe.

When the cards were ungrouped in key regions, their rectification took place on the main map of today's Estonia, using the method of image capture as a rectification step on a modern base map. Subsequently, the coastline sections depicted in the manor plot were vectorized and a key area analysis was performed.

Finally, it turned out that at the end of the 17th century - the manorial plans in a scale of 1: 4000 which were made during the early 19th century provide more reliable information about the limit of Saaremaa coastline compared to the plans in scale of 1: 10 400 that could actually be done in the rectification process and separately made separately. The choice of binding points has been the determining factor for the presence of stonewalls. In the 17th century, in Saaremaa, there was a stonewall grid that allowed firmly and clearly framed binding points to be chosen. In the scale of 1: 4000 to link old maps to today's main maps, it was enough to use 5 to 15 ground control points in order to obtain a satisfactory result. Among the small-scale random points of the maps, the logic is that the more and the more separable the ground control points are to be placed at the start of the binding process, the more satisfactory the result will be. As observing it, it turned out that the distance from the populated topographical information is displayed, the map becomes less precise. This fact also applied to large-scale maps in displaying islands and streams in coastal waters.

## **Tänuavaldused**

Soovin enim tänada juhendajat Raivo Aunapit pühendatud aja, nõustamise ja küsimustele vastamise eest ning tänan samuti oma ema abi eest viimase lihvi andmisel.

## Kasutatud kirjandus

- Arold, I.** Eesti maastikud. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, 2005.
- Chang, K.-t.** Introduction to geographic information systems, Second edition. Singapore, 2004.
- Guariglia, A. Buonomassa, A. Losurdo, A. Saladino, R. Trivigno, M. L., Zaccagnino, A. Colangelo, A.** (2006). A multisource approach for coastline mapping and identification of shoreline changes. *Annals of geophysics*. 49(1).
- Jagomägi, T.** Geoinformaatika praktikule. Tartu: Regio, 1999.
- Jagomägi, T.** Geinfosüsteemid praktikule. Tartu: AS Triip, 1999.
- Potter, H. Treikelder, I.** Geodeesia ja kartograafia läbi aegade. Tallinn: TEA Kirjastus ja OÜ Greif Trükikoda, 2011.
- Raid, T.** Tabulae Livoniae. Tallinn: Akadeemia trükk, 2002.
- Torim, A.** Maakoore tõusust ja rannajoone muutusest Eestis. *GEODEET* 28 (52), 2004.
- Sesli, F. K.** (2010). Mapping and monitoring temporal changes for coastline and coastal area by using aerial data images and digital photogrammetry: A case study from Samsun, Turkey. *International Journal of the Physical Sciences* Vol. 5(10), 1567-1575.
- Varep, E.** Jooni Eesti kartograafiast ajaloost. Tallinn: Eesti NSV Teaduste Akadeemia, 1960.

### Käsitähtlised materjalid

- Koppa, H.** Ajaloolised kaardid maakasutuse dünaamika uurimisallikana Vana-Kuuste mõisa näitel. Magistritöö. Juhendajad Jüri Jagomägi ja Ülo Mander. Käsitähtliri TÜ Geograafia Instituudi raamatukogus. Tartu, 2006.
- Koppel, K.** Maakasutuse uurimise metoodika Kasaritsa uurimisala (Rõuge kihelkond) 17.-19. sajandi külamaastike kujunemise näitel. Magistritöö. Juhendaja Aadu Must, kaasjuhendaja Siim Veski. Käsitähtliri TÜ Geograafia Instituudi raamatukogu. Tartu, 2005.

### Elektroonilised publikatsioonid

- Estonica. Entsüklopeedia Eestist**, 2009.  
[http://stage.estonica.ee/et/Loodus/L%C3%A4%C3%A4ne-Eesti\\_ja\\_Liivi\\_lahe\\_saared/L%C3%A4%C3%A4ne-Eesti\\_saarte\\_looduskooslused/#%20](http://stage.estonica.ee/et/Loodus/L%C3%A4%C3%A4ne-Eesti_ja_Liivi_lahe_saared/L%C3%A4%C3%A4ne-Eesti_saarte_looduskooslused/#%20)  
(Viimati vaadatud 28.05.2018)
- Jagomägi, T.** Geinfosüsteemide rakendamine statistikateenistuses. 1997.  
<http://www.geo.ut.ee/gis2000/rakendamine.html> (Viimati vaadatud 27.05.2018)
- Kenneth E. Foote and Donald J. Huebner.** Error, Accuracy, and Precision. Department of Geography, University of Texas at Austin, 1995.  
[https://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/error/error\\_f.html](https://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/error/error_f.html) (Viimati vaadatud 29.05.2018)
- Klokan Technologies GmbH.** Maps transformations. 2018.  
<https://www.maptiler.com/how-to/transformations/> (Viimati vaadatud 27.05.2018)

**MAPS4U.LT.** Collection of six Maps of Livonia, 1839 y. Other Maps, 2010.  
<http://maps4u.lt/en/maps.php?cat=26> (Viimati vaadatud 28.05.2018)

**Renter, L.** Kiviaegade ajalooline taust, traditsioonilised materjalid ja töövõtted, 2016.  
[https://www.pikk.ee/upload/files/Kiviaia\\_taastamise\\_infopaev\\_veebuar\\_2016\\_Ly-Renter\(1\).pdf](https://www.pikk.ee/upload/files/Kiviaia_taastamise_infopaev_veebuar_2016_Ly-Renter(1).pdf) (Viimati vaadatud 30.05.2018)

**Tee, M.** Informatsiooni loimimine. Magistritöö. Juhendaja Hanno Ohvril. Tartu Ülikool Tartu, 2006.  
[https://www.researchgate.net/publication/28581450\\_Informatsiooni\\_loimimine#pf5d](https://www.researchgate.net/publication/28581450_Informatsiooni_loimimine#pf5d) (Viimati vaadatud 29.05.2018)

**Tomson, P. Palginõmm, V. Kull, A. Semm, M.** Rannikuala tsoneering Läänemaa testala, 2018. Avalikule arutelule ja täiendustepanekute saamiseks esitatud versioon (18.04.2018). ICZM Plans for Sustaining Coastal and Marine Human-ecological Networks in the Baltic Region.  
[http://ph.emu.ee/~raet/ajutine/sustbalt/LMICZM\\_tooversioon\\_180418.pdf](http://ph.emu.ee/~raet/ajutine/sustbalt/LMICZM_tooversioon_180418.pdf) (Viimati vaadatud 28.05.2018)

# Lisad

## Metainfo töös kasutatud kaardimaterjalidest võtmepiirkondade kaupa

**Tabel 1.** Metaandmed vanadest kaartidest „*Kõrkvere*“ piirkonnast.

Kaardi nimetus	Koostaja(d)	Koostamisaeg	Suhtmõõtkava	Saaga arhiveerimiskood
<i>Geometrisk Charta Öfver Neuenhoffs Ambt och en Del dess Bönder samt Peude Pastorats Nades Hake pa Prowincien Ösell och Peude Sockn</i>	Lars Reinh. Kokeritz – kartograaf  Christian Arndt – aluskaardi autor	1772	8000	EAA.2072.3.426c leht 3
<i>Geometrische Concept Charte von die publ Dörffer Murraja und Kakuna, wie auch Hoff Teickfer, Gnaden Hacken zu Peude Pastorath, und ein Theil von dem publ. Gesinde Jaucksa Michkel, samt ihre Aecker, Heuschläge und Weyden im Kirchspiel Peude belegen</i>	Johann Gottfried Benade - kartograaf	1784	4000	EAA.2072.3.408 leht 1
<i>Charte vom Kirchspiel Peude belegen in der Provintz Oesel</i>	A. Chow – kartograaf	1786	Puudub	EAA.2072.3.416 leht 1
<i>Geome: Charte von dem in der Rigischen Statthalterschaft dem Arensburgschen Kreise und dessen Peude Kirchspiel belegen zu dem publ: Guthe Neuenhof gehörigen publ: Dorf Kakuna</i>	Carl Christian Anders – kartograaf	1787	4000	EAA.2072.3.426d leht 22
<i>Geometrische Charte bestehend aus 3 Theilen von dem in der Rigischen Statthalterschaft dem Arensburgschen</i>	Andreas Johann Rolander – kartograaf	1787	4000	EAA.2072.3.426d leht 23

<i>Kreise und dessen Peude Kirchspiel belegen publiquen Hof Kesckfer mit dem dazu gehörigen Dorf Kerckfer</i>				
<i>Karte des Peudesche Kirchspiele</i>	Puudub	1800 (Hinnanguline)	Puudub	EAA.2072.3.390 leht 1

**Tabel 2.** Metaandmed vanadest kaartidest „*Kihelkonna*“ piirkonnast.

Kaardi nimetus	Koostaja(d)	Koostamisaeg	Suhtmõõtkava	Saaga arhiveerimiskood
<i>Geometrisk Charta öfwer Stoor-, sampt den Lilla Fillszan</i>	Nicolas Lindh – kartograaf  Christian Hansteen – maamõõtja	1690 (Hinnanguline)	10000	EAA.308.2.30 leht 1
<i>Geomet. Charte [...] in Kielkond Kirchspiel belegen privaten Guthe [...], den publiquen Guthe Attel, das publ. und private Dorf Attel [...] privaten Guthe Kattsell gehorige Halb-Insel Ericksaar wie auch [...] von der publ. und priv. melirten Hauzelschen Landspitze mit denen daher- [...] Inseln</i>	E. Brahl – maamõõtja ja kartograaf	1796	4125	EAA.2072.3.96 leht 1
<i>Regulirungs Carte Kielkond No 13a, Insull Gross Filsand</i>	Friedrich Christoph Sehrwald – kartograaf	1796	Puudub	EAA.2072.3.67 leht 1
<i>Geometrsiche Concept Charte von dem publ. Dorffe Kurrefer und deren beyden publ. Ojo Gesinder, ihren Aeckern, Heuschlage und weiden, wie auch ein Theil der publ. Dörffer Wirrit, Lääck, Tammist und Kähhil, ihren Aeckern,</i>	Friedrich August Barnkau – kartograaf	1794	4000	EAA.2072.3.51 leht 1

<i>Heuschlage und Weiden, auch von einigen zu priv. Rotzikül Hoff gehörigen, Aecker, Heuschlagen und Weiden, nebst der priv. Rotzikülschen Bauern Abbja Jack und Abbaja Michel, deren Aeckern und Heuschlage im Kielkondschen Kirchspiel belegen</i>				
<i>Spezieller Geometrischer Plan von dem im der Province Oesel und dem Kielkondschen Kirchspiel belegenen zur Zeit der Regulirung von dem verabschiedeten Lieutenant Carl von Vietinghoff besessenen privaten Guthe Kusenem, nebst allen dessen Bauer-Gesinde</i>	Puudub	1800	10500	EAA.2072.3.87 leht 1
<i>Karte des Kielkondsche Kirchspiel</i>	Puudub	1800 (Hinnanguline)	4200	EAA.2072.3.69 leht 2
<i>Karte des Güter Attel, Kusnöm, Lihassoo und Karral</i>	Puudub	1800 (Hinnanguline)	10500	EAA.2072.3.72 leht 1
<i>Spezieller Geometrischer Plan über die vollführte Regulirung des privaten Guthes Kusenem, mit allen dessen abgegangenen und wieder zugekommenen Ländern</i>	Friedrich Christoph Sehrwald – kartograaf	1800	10500	EAA.2072.3.92 leht 1
<i>Karte des Kielkondsche Kirchspiel]</i>	Puudub	1800 (Hinnanguline)	4000	EAA.2072.3.56 leht 1
<i>Karte des Kielkondsche Kirchspiel</i>	Puudub	1800 (Hinnanguline)	4000	EAA.2072.3.52 leht 1
<i>Karte des Gutes Attel im Kielkondsche Kirchspiel</i>	Puudub	19. saj algus (Hinnanguline)	4200	EAA.2072.3.57 leht 1



<i>Karte zu dem Gute Attel gehörigen Dorfe Attel</i>	Puudub	19. saj I pool	4000	EAA.2072.3.104 leht 1
<i>Extractione Berechnung [...]schen Kirchspiel [...] höfen, Dörfern [...] Ländereyen</i>	Puudub	19. saj I pool	Puudub	EAA.2072.3.103 leht 1

**Tabel 3.** Metaandmed vanadest kaartidest „*Laidevahe-Ruhve*“ piirkonnast.

Kaardi nimetus	Koostaja(d)	Koostamisaeg	Suhtmõõtkava	Saaga arhiveerimiskood
<i>Geometrische Charte bestehend aus II Theilen von dem in der Rigischen Statthalterschaft dem Arensburgschen Kreise und dessen Wolde Kirchspiel belegenden publiquen Doerfern Sicksar und Oesar nebst den publiquen Streu Gesinder Tulgist und Waidla.] II-ter Theil des publiquen Dorffes Sicksar</i>	Ephraim Brahl	1790	4000	EAA.2072.3.426f leht 32 foolio 2
<i>Pyha Regulirungs Charte No 4 Enthält: priv. Kangern Hof und Dorf, pbl. Weski Gesind, Kulli Gesinder, Ullja Gesinder, Pendo Gesinder, Ruckla, Pocka Gesinder, Sanniko Gesinder, Welljaküllä Dorf, Taida Welli Gesinder, Töllust Hof, Illaste Dorf, Sandel Hof, Kaubimoiso Hoflage, Nessoma Dorf</i>	Anders – aluskaardi autor  Sehrwald – aluskaardi autor  F. W. B. von Schottenstein – kartograaf	1800 (Hinnanguline)	4000	EAA.2072.3.219 leht 1
<i>[Wolde No 8] Geometrische Concept Charte von denen mellirten pbl. und priv. Ländereien in Wolde Kirchspiel</i>	Carl Christian Anders – kartograaf	1786	4000	EAA.2072.3.250 leht 1

<i>Wolde Kirchspiel, No 18</i>	Carl Christian Anders – kartograaf	1787	4000	EAA.2072.3.258 leht 1
<i>Peude Kirckspill Holmhoff och Gustafdahls Ämter och en deel Bönder sambt Trenne Bönder tunder Hacüll Her. Rytmäster Wittinghoff tilhöriga.</i>	Christina Arndt – kartograaf	1698	10000	EAA.308.2.64 leht 1
<i>Andra Delen Af Chartan öfver Holmhoff och Gustafdals Ämpter och En Del Bönder etc uti Peude Sokn</i>	Olof Bergenson – kartograaf  Christian Arndt – aluskaardi autor	1772	10200	EAA.2072.3.426c leht 7
<i>Geometrisk Charta öfver Holmhoff och Gustafdals Ämpter och En Del Bönder samt Trenne Bönder Under Haküll Hr. Ryttmästar Frittinghoff Tilhöriga belagne pa Ösel uti Peude Sokn. Första Delen: Gustafdahl.</i>	Olof Bergenson – kartograaf  Christian Arndt – aluskaardi autor	1772	10200	EAA.2072.3.426c leht 6
<i>Peude Regulirungs Charte No 4. Enthält: Pahaküll Dorf, Pajo und Maggi-Kurla Dörfer, Waikna, Laiduse und Sustna Gesinder, Ahwa Dorf, Annematti, Kangro Jürge und Rumma Jaak Gesinder, Randfer Dorf, Koigust Hof, Saere Gesind und Roffe Dorfe nebst umliegenden Heuschlagen und Weiden</i>	Andreas Johann Rolander – kartograaf  Kohl – kartograaf  Rosenpflanze – kartograaf	1784	4000	EAA.2072.3.380 leht 1
<i>Peude Regulirungs Charte No 3 : Geometrische Charte von einigen zu pub. Hardial, Talli Laid, Welta Dörfer wie auch pub. Neuenhof gehörigen Aecker, Heuschläge und</i>	Andreas Johann Rolander – kartograaf	1784	4000	EAA.2072.3.379 leht 1

<i>Weiden, in Peude Kirchspiel belegen</i>				
<i>Geometrische Charte das in der Rigischen Statthalterschaft dem Arensburgschen Kreise und dessen Peudeschen Kirchspiel belegenen publiquen Hoff Koickust, zu diesem Guthe gehoerten Randfer Dörff mit Annomatto und Sare, und Ruhhust Dorff</i>	Ephraim Brahl – kartograaf	1787	4000	EAA.2072.3.426d leht 45

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Mart Soo,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

### **Rannajoone kartograafiline analüüs Saaremaa 17.-19. sajandi mõisaplaanide alusel**

,mille juhendaja on Raivo Aunap,

- 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu alates 30.05.2018 kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 30.05.2018